

**MASTER INTERNATIONAL SUR LES MALADIES
PARASITAIRES TROPICALES
UNIVERSITÉ DE VALENCIA**

**"LES GRANDES ENDEMIES PARASITAIRES A TRANSMISSION
VECTORIELLE"**



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
d'élevage et
de médecine
vétérinaire
CIRAD-EMVT

Glossines et trypanosomes

par

D. CUISANCE
Docteur Vétérinaire
C.I.R.A.D. - E.M.V.T.
Montpellier



Campus
international
de Baillarguet
Montferrier-sur-Lez

BP 5035
34032 Montpellier
Cedex 1
France

téléphone :
67 61 58 00

télécopies :
Direction
67 59 37 95
Enseignement
67 59 37 97

CIRAD-EMVT, 1995
Tous droits de traduction,
de reproduction par tous procédés,
de diffusion et de cession préservés pour tous pays

III 130

**MASTER INTERNATIONAL SUR LES MALADIES PARASITAIRES
TROPICALES
VALENCIA**

**"LES GRANDES ENDEMIES PARASITAIRES A TRANSMISSION
VECTORIELLE"**

GLOSSINES ET TRYPANOSOMES

par

D. CUISANCE

Docteur Vétérinaire

C.I.R.A.D. - E.M.V.T.

Montpellier

HISTORIQUE

IMPORTANCE MEDICALE ET VETERINAIRE

PRÉAMBULE

LES VECTEURS DES TRYPANOSOMOSE

1. Vecteurs impliqués dans la transmission mécanique
2. Vecteurs impliqués dans la transmission cyclique : les glossines

**QUELQUES DONNEES ELEMENTAIRES EN RAPPORT AVEC LE ROLE
VECTEUR : MORPHOLOGIE, ANATOMIE, BIOLOGIE**

1. Morphologie externe
2. Appareil piqueur et tube digestif. Digestion
3. Appareil reproducteur

LES GLOSSINES DANS LE MILIEU NATUREL

1. Reproduction : accouplement, larviposition, pupaison
2. Déplacements
 - recherche d'un hôte nourricier
 - préférences trophiques
 - cycle d'activité - dispersion

3. Repos

- lieux de repos diurnes
- lieux de repos nocturnes

4. Longévité

5. Sex-ratio

6. Dynamique des populations

CLASSIFICATION DES GLOSSINES

1. Répartition géographique

2. Principales espèces d'intérêt médical ou vétérinaire

3. Clé de détermination

GLOSSINES ET TRYPANOSOMES

1. Adaptation du trypanosome à un nouveau milieu

1. Cycles de développement des principaux trypanosomes chez la glossine

Trypanosoma brucei

Trypanosoma congolense

Trypanosoma vivax

3. Conséquences de l'infection trypanosomienne sur la glossine

4. La capacité vectorielle de la glossine : principaux facteurs

4.1. Facteurs intrinsèques

- Membrane péritrophique
- Vitesse de transfert du repas sanguin
- Taux de protéases intestinales
- Trypanolysine et trypanoagglutinine
- Lectines : mécanisme d'action ; mécanisme de production
- Facteur antitrypanosome dans l'hémolymphe
- Influence du sexe et de l'âge
- La durée du jeûne
- Capacité vectorielle et phénotypes particuliers

- Facteurs transmis par la mère
- Longévité
- Comportement de piqure
- Espèce
- Physiologie des glandes salivaires
- Infection virale intercurrente
- Le trypanosome

4.2. Facteurs extrinsèques

- Liés à l'hôte mammifère
- Liés aux conditions climatiques
- Liés à la température en particulier
- Liés aux activités de l'homme
- Liés aux comportements de l'homme
- Liés aux activités du bétail
- Liés à l'abondance relative de la faune sauvage
- Liés à l'application d'insecticides

4.3. Le "risque" trypanosomien

EPIDÉMIOLOGIE DES TRYPANOSOMOSES AFRICAINES

1. Chez l'homme
2. Chez les animaux

CONCLUSION

GLOSSINES ET TRYPANOSOMES

par

D. CUISANCE

C.I.R.A.D. - E.M.V.T.

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

Département d'Elevage et de Médecine Vétérinaire

B.P. 5045

34032- Montpellier cedex 1

HISTORIQUE

Peu d'insectes ont suscité autant de crainte et de désespoir pour que leur réputation maléfique atteigne une telle notoriété.

Le mot "tsétsé" utilisé par les Africains (Matabélé) fut adopté par le célèbre chasseur A. Gordon Cumming dans son livre "Five years of a hunter's life in the far interior of Africa" (1850), pour désigner une glossine de savane (*Glossina morsitans morsitans*) qui décimait, en Afrique du Sud et au Botswana, les chevaux et boeufs de son expédition¹.

Le mot fut ensuite popularisé pour nommer l'ensemble des 31 espèces et sous-espèces de glossine qui occupent presque un tiers de l'Afrique et environ la moitié des zones potentiellement favorables à l'élevage.

Ces insectes, hématophages dans les deux sexes, transmettent, à l'homme et aux animaux domestiques, plusieurs espèces d'un protozoaire flagellé du genre *Trypanosoma* qui vit dans les liquides biologiques et les tissus des hôtes provoquant une maladie aiguë ou chronique à issue généralement fatale en l'absence de thérapeutique (Maladie du sommeil chez l'homme, Nagana chez le bétail).

Par contre, bien que piqués et inoculés par les glossines, la plupart des mammifères sauvages (antilopes, girafes, buffles, lions, éléphants, etc.) et quelques races d'animaux domestiques (taurins Ndama, Baoulé, Lagune, etc.; chèvres naines et moutons Djallonké; porcs coureurs, chiens villageois, etc.) vivent, produisent et se reproduisent dans les zones infestées, bénéficiant d'une "trypanotolérance". Ce serait peut-être également le cas de certaines populations humaines des zones très humides (Pygmées).

Dans les écrits anciens d'Ibn Khaldoun (1374-1375), au sujet de l'Empire du Mali, un cas de maladie du sommeil est décrit chez le sultan Mansa Djata.

¹ Pour plus d'informations, se reporter à l'excellent ouvrage de J. Itard : "Les glossines ou mouches tsé-tsé" (Etudes et Synthèses de l'EMVT, N°15, 1986).

Entre le 15ème et le 17ème siècle, les explorateurs portugais notent que le commerce des plaques de sel et de l'or entre le désert et les zones humides de l'Afrique occidentale est dépendant des dromadaires jusqu'au Mali (ex-Soudan) puis du transport à dos d'homme jusqu'au Golfe de Guinée (présence des glossines). L'homme est alors le seul moyen de transport en zone humide où il achemine de lourdes charges (gomme, cire, ivoire, or, sel, kola, etc.).

Les cavaliers portugais qui voulurent remonter le Zambèze à partir du Mozambique, à la recherche de l'or (1632) échouèrent dans leur entreprise, leurs chevaux ayant succombé aux piqûres des mouches tsétsé.

Il est bien admis que la plupart des expéditions musulmanes menées à partir des zones sèches où vit le cheval, vers les zones humides, ont été freinées ou bloquées par les glossines qui transmettent des trypanosomes particulièrement meurtriers pour ces animaux.

Les exactions et invasions des troupes de l'Almamy Samori Touré en Afrique occidentale (1830-1900) étaient grandes consommatrices de chevaux et prirent fin dès qu'il dût se cacher en zone forestière devant l'avance des troupes coloniales : "l'Almamy se méfie des pièges que lui tendent les terres où meurent les chevaux" (Person Y., 1900).

Christian Rudolph W. Wideman décrit, en 1830, la première glossine (*G. longipalpis*) récoltée par Adam Afzelius (1750-1837) en Sierra Leone.

La découverte du parasite sera plus longue. Décrit et nommé *Trypanosoma* chez la grenouille en 1843 par Gruby (médecin hongrois), la découverte de la pathogénicité des trypanosomes pour les mammifères n'interviendra qu'en 1880, quand Griffith Evans, officier vétérinaire de l'Armée des Indes, met en évidence *T. evansi* chez les chevaux et les chameaux du Pendjab. ce n'est qu'en 1894 que David Bruce, chirurgien major de l'Armée Britannique, trouve les trypanosomes à la fois dans l'intestin des glossines et dans le sang des bovins atteints de Nagana (*T. brucei*) montrant le rôle vecteur des glossines car on, pensait jusqu'alors à l'injection d'un "fluide vénéneux" contenu dans la "glande" située à la base de la trompe.

En 1901, le parasite humain, *T. brucei gambiense* est identifié par Forde dans le sang d'un sommeilleux puis par Castellani dans le liquide céphalo-rachidien. Il faudra attendre 1905 pour que soit observée une évolution cyclique du flagellé dans le corps de la glossine par Gray, Tulloch et Koch, ainsi qu'une multiplication et des transformations par Roubaud (1908) *.

Pour la suite du texte et en référence avec le "Executive Committee of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology", on retiendra la dénomination "Trypanosomose" en accord avec la "**Standardized Nomenclature of Animal Parasitic Diseases** (SNOAPAD)(Veterinary Parasitology, 1988, 29: 299-326).

IMPORTANCE MEDICALE ET VETERINAIRE

* Selon l'OMS (1990), on estime classiquement qu'il y a 50 millions de personnes à risque dans 36 pays affectés par la trypanosomose humaine, avec environ 25 000 nouveaux cas (200 foyers) signalés chaque année. Mais ces chiffres sont sous-estimés du fait d'une surveillance irrégulière et, en 1995, la recrudescence est telle que l'estimation se situe entre 250 000 et 350 000 cas. Il faut dire aussi que 5 à 10 millions seulement de personnes ont accès à une protection ou aux traitements (Lyons M., 1991).

La maladie du sommeil évolue différemment selon les trypanosomes en cause :

- La maladie "gambienne" due à *T. b. gambiense*, évolue sur un mode chronique pendant plusieurs mois à plusieurs années. Après une phase lymphatico-sanguine, l'envahissement du système nerveux aboutit à l'installation d'une méningo-encéphalite et d'un état "sommeilleux" évoluant vers la mort, en l'absence de traitement. Elle sévit en Afrique occidentale et centrale sous une forme endémique avec des flambées épidémiques sporadiques, en particulier au niveau des foyers historiques. L'implication d'un réservoir animal de ce trypanosome n'est pas encore bien élucidée mais semble peu probable.
- La maladie "rhodésienne" évolue sur un mode aiguë en quelques semaines ou quelques mois au plus, avec installation d'une toxémie grave à issue rapidement mortelle si elle n'est pas traitée. Elle sévit en Afrique orientale et australe. L'implication d'un réservoir animal est forte, certaines antilopes et le bétail abritant, de façon durable, ce trypanosome. C'est une anthroponose.

Chez l'homme, cette maladie demeure préoccupante du fait de la réviviscence de nombreux foyers, de son caractère débilitant et de son issue fatale. Elle nécessite des surveillances régulières. Il n'y a pas encore de thérapeutique idéale garantissant à la fois efficacité et innocuité à un coût acceptable.

* Dans le domaine vétérinaire, les glossines constituent un facteur limitant de l'élevage en Afrique tropicale humide, en gênant ou en empêchant les productions animales sur près de 7 millions de kilomètres-carrés qui offrent, pourtant, de fortes potentialités fourragères. Les experts estiment qu'on pourrait y élever 33 millions de bovins supplémentaires, soit 0,5 million de tonnes de viande et 1,6 million de tonnes de lait/an. La F.A.O. estime, qu'actuellement, les populations animales exposées sont de 50 millions de bovins, 230 millions d'ovins et 40 millions de caprins. En Côte-d'Ivoire, par exemple, les pertes directes par mortalité sont évaluées de 10 à 20% pour la classe d'âge de moins de 3 mois, de 10% de 1 à 2 ans et de 5% au-dessus. Dans un pays comme la République Centrafricaine, le coût des mortalités et celui des traitements sont estimés à environ 2 700 francs français par 100 têtes de bétail zébu, ce qui représente une perte de 60 millions de francs français par an, pour le seul cheptel de ce pays (Le Gall et al., 1994).

La morbidité est plus difficile à évaluer (amaigrissement, baisse de fécondité, avortement, retard de croissance, chute de la production de lait, aggravation des maladies intercurrentes, etc.). Ces pertes sont variables selon l'état de trypanotolérance des animaux, les pressions de glossines et le niveau d'utilisation des produits trypanocides et trypanopréventifs. Selon certains experts, les pertes économiques dues à l'ensemble des pathologies s'élèveraient par an à 4 milliards US\$ et celles relatives aux seules trypanosomoses seraient de 1 milliard US\$ à l'échelle du continent. Selon les calculs prévisionnels de la Banque Mondiale, les productions animales devront croître dans les 30 ans à venir d'environ 4% l'an pour faire face à la demande africaine. Pour les seules productions de viande bovine, cet accroissement devra être de 3,4 % l'an pour atteindre un total de 11 millions de tonnes en 2025.

La zone sub-humide offre un potentiel important pour faire face à ce déficit tout en permettant une plus forte intégration agriculture-élevage, sous réserve d'une maîtrise des trypanosomoses qui sont considérées comme le facteur limitant majeur parmi les six maladies à vecteurs les plus redoutées pour le bétail (rapport Winrock International Institute for Agricultural Development, 1992). Leur suppression devrait permettre d'accroître les productions de viande (16%) et de lait (18%) (Tacher et al.).

PREAMBULE

On classe les trypanosomes des mammifères en deux sections :

| | |
|----------------|--|
| 1-Stercoraria: | <u>Trypanosomes à développement postérograde</u> chez le vecteur, la transmission se fait par les déjections contaminantes (<i>T. grayi</i> like avec les glossines et <i>G. theileri</i> avec les tabanides). |
| 2 -Salivaria: | <u>Trypanosomes à développement antérograde</u> (les plus importants en Afrique) transmis par inoculation (sauf <i>T. equiperdum</i>) : • <u>transmission cyclique</u> : <i>T. vivax</i> , <i>T. congolense</i> , <i>T. brucei</i> , <i>T. simiae</i> , <i>T. suis</i> , <i>T. godfreyi</i> . • <u>transmission mécanique</u> : <i>T. vivax</i> , <i>T. evansi</i> , <i>T. equinum</i> , <i>T. congolense</i> (?) <i>T. equiperdum</i> est transmis par voie sexuelle. <i>T. evansi</i> peut être transmis (en Amérique du sud) par les vampires (dans le sang desquels il se multiplie). <i>T. brucei</i> et <i>T. evansi</i> peuvent être transmis par voie buccale (micro-lésions) en ingérant des proies trypanosomées. |

- Pour certains auteurs, *T. equiperdum* et *T. evansi* seraient le même trypanosome.
- L'existence de *T. equinum* n'est pas solidement établie. Il s'agirait plutôt d'un complexe d'espèces: *T. equinum* ("Mal de Caderas"), *T. hippicum*, *T. venezuelense* ("Derrengadera").
- En Afrique, la maladie engendrée par *T. evansi* s'appelle le "Surra".

- *T. godfreyi* est un petit trypanosome (9,1 à 21,8 μ) à transmission cyclique (*G.m.submorsitans*), espèce récemment découverte, dont l'hôte naturel serait le phacochère (en Gambie). Il serait probablement présent au Zimbabwe (*G.pallidipes*) (McNamara et Snow, 1991; McNamara et al., 1994).
- Chez les bovins, les trypanosomoses sont appelées "Nagana".

LES VECTEURS DES TRYPANOSOMOSES

1. Vecteurs impliqués dans la transmission mécanique

1.1. Glossinidés

Leur rôle est secondaire dans la transmission mécanique des trypanosomes pathogènes car le repas est court et a lieu en général sur le même hôte. Mais des essais ont été concluants au laboratoire (Taylor, 1930, Bailey, 1965, P. Jacquet, 1989). Les trypanosomes sont actifs jusqu'à 160 mm après la prise de sang ; des trypanosomes ont même été trouvés vivants dans le proboscis jusqu'à 5 heures (*T. rhodesiense* chez *G. m. morsitans*).

1.2. Tabanidés

- Diptères (Brachycères, Orthoraphes), hématophages chez la femelle ; floricoles chez les mâles.
- Gros insectes (5-25 mm) avec de gros yeux composés séparés chez la femelle par une bande frontale verticale.
- Pièces buccales très semblables à celles des moustiques ; mandibules et maxilles latéro-ventraux qui dilacèrent la peau.
- *Tabanus*, *Chrysops*, *Haematopota*, etc...
- Endroits humides : développement dans les sols boueux : les oeufs donnent des larves carnivores puis des nymphes qui se transforment en adultes.
- Rôle important dans la transmission mécanique de *T. evansi*, *T. vivax*, *T. equinum* (mal de Caderas) et *T. theileri* (non pathogène). *T. vivax* reste vivant dans l'estomac et les portions postérieures du tube digestif d'un tabanide (*Cryptotylus unicolor*) jusqu'à 6 heures après la fin du repas. Il y aurait régurgitation d'une partie du contenu digestif au moment où il commence à se gorger (R. Lancelot, 1988). La transmission se fait par repas interrompus. *T. theileri* subit chez les tabanides une évolution cyclique postérograde.

1.3. Stomoxyinés

- Ce sont des Diptères Muscidés, plus petits, qui ressemblent à une mouche avec des ailes non croisées (différent des glossines).
- Trompe très voisine de celle de la glossine ; palpes courts et divergents

- Mâles et femelles sont hématothrophes
- La ponte des oeufs (une centaine) a lieu sur des fèces d'animaux en décomposition. Les larves qui s'en nourrissent, se transforment en pupes et en adultes.
- Ils transmettent *T. evansi* dans de nombreuses régions du monde et pourraient véhiculer *T. vivax* et peut-être *T. congolense* dans les zones avec ou sans glossines en Afrique (Bouet et Roubaud, 1912; D'Amico F., 1993). *T. congolense* peut survivre 27 heures dans l'intestin du *Stomoxys* et être infestant pour le rat pendant 2,5 heures (Riordan, 1972)..

1.4. Hippoboscides

- Insectes, Diptères pupipares, ailés ou non ; parasites externes des mammifères et des oiseaux ; hématothrophes dans les deux sexes.
- Corps aplati dorso-ventralement ; pattes courtes et écartées avec griffes.
- La femelle pond une larve développée sur l'hôte (laine - poils) ; elle se transforme rapidement en puce.
- Ils sont hématothrophes dans les deux sexes
- Un exemple : transmission par *Melophagus ovinus* de *T. melophagium* (non pathogène).

2. VECTEURS IMPLIQUÉS DANS LA TRANSMISSION CYCLIQUE : LES GLOSSINES.

Elles représentent les vecteurs majeurs des trypanosomoses humaines et animales en Afrique tropicale.

2.1. Quelques données élémentaires en rapport avec le rôle vecteur : morphologie, anatomie, biologie

2.1.1. Morphologie externe

Les glossines sont des mouches allongées, robustes, de coloration brun-noirâtre à brun testacé, jamais métallique ; leur longueur, sans la trompe, est comprise entre 6 et 16 mm. Leur poids varie de 7-14 mg chez *G. tachinoides* à 20-25 mg chez *G. morsitans* et *G. fuscipes*, 50 à 80 mg chez *G. brevipalpis*.

Les glossines sont des Diptères cyclorhaphes de la famille des Glossinidés (1 seul genre : *Glossina*) proches des *Stomoxynés*. Elles diffèrent des autres mouches par l'adaptation de leurs pièces buccales à la piqure ; à la différence de quelques autres insectes hématothrophes (moustiques, taons), les deux sexes se nourrissent de sang.

Le corps comprend :

- la tête, qui porte les yeux, les antennes et les pièces buccales ;
- le thorax, qui porte les pattes (3 paires) et les ailes (1 paire) ;
- l'abdomen, (8 segments) ; qui se termine par les organes génitaux externes ou génitalia, caractéristiques des espèces et sous-espèces de glossines.

. L'appareil reproducteur externe du mâle, ou hypopyge, se présente comme une callosité fortement convexe faisant saillie à la face ventrale de l'extrémité de l'abdomen. Sa pièce basale, ou épandrium, seule visible au repos, présente en son milieu un sillon longitudinal, dilaté à son extrémité, où se trouve l'anus.

Au milieu du cinquième sternite, en avant de l'hypopyge, on aperçoit une plaque plus ou moins bilobée vers l'arrière, couverte de poils noirs, courts et raides. Cette plaque (ou hectors) sert à fixer la femelle au moment de l'accouplement.

L'hypopyge s'articule avec le septième tergite, et, au moment de l'accouplement, bascule de presque 180°. L'armature génitale proprement dite devient alors visible. On y distingue, accrochés à l'extrémité de l'épandrium, les forcipules supérieurs ou cerques, reliés l'un à l'autre (espèces du sous-genre *Glossina* et du sous-genre *Nemorhina*), ou non (espèces du sous-genre *Austenina*) par la membrane connective et terminés par une pointe (ou dent) plus ou moins acérée selon les sous-genres.

Situé à la face interne de l'épandrium et protégé par lui, se trouve l'appareil phallique proprement dit, dont l'anatomie, très complexe, comprend essentiellement :

- a) la phallothèque, anneau basal sclérifié s'articulant avec le segment 7, et devenant membraneux distalement en formant les sacs vermiformes.
- b) les paramères ou forcipules inférieurs, qui s'insèrent en avant sur le bord de la phallothèque et se composent d'une lame chitinisée à double paroi dont la face externe est pileuse, l'interne glabre. Les paramères ont une grande valeur taxonomique chez les glossines du sous-genre *Nemorhina*.
- c) le pénis ou phallosome, partie axiale de l'appareil phallique, qui comprend, outre les conduits spermatiques, un segment proximal (levier de l'édéage) et un segment distal (édéage) dont les parties membraneuses sont soutenues par des baguettes chitineuses, les harpes. Chez les espèces des s.g. *Nemorhina* et *Glossina*, les harpes n'ont pas de pointe libre. Chez les espèces du s.g. *Austenina*, les harpes ont toujours des pointes libres (sauf chez *G. severini*). Leur nombre et leur morphologie sont utilisés, en systématique, pour reconnaître les différentes espèces de ce sous-genre.

. Les génitalia, chez la femelle, ne présentent pas d'organe saillant comme chez le mâle. Ventralement, à l'extrémité postérieure de l'abdomen, dans une dépression limitée par les marges postérieures du septième sternite et du septième tergite, on remarque une série de plaques pileuses

entourant la vulve et l'anus. Leur nombre, leur forme, leur pilosité sont utilisés en systématique, en particulier dans le sous-genre *Nemorhina* où il y a six plaques :

- une paire de plaques dorsales, triangulaires,
- une plaque médio-dorsale, impaire, petite,
- une paire de plaques anales, convexes, pointues du côté interne,
- une plaque sternale, impaire, en forme de mamelon.

L'anus s'ouvre au-dessus de la plaque sternale, entre les deux plaques anales. La vulve est une fente transversale placée à la base de la plaque sternale et cachée par elle.

Dans le sous-genre *Glossina*, les plaques anales sont fusionnées et les plaques dorsales absentes, sauf chez *G. austeni* et *G. longipalpis* où elles sont réduites.

Dans le sous-genre *Austenina*, la plaque médio-dorsale est absente.

On remarque enfin, chez les femelles du sous-genre *Nemorhina*, la présence de callosités copulatrices sur la face ventrale du sixième segment, cicatrices laissées par les pointes des forcipules supérieurs du mâle lors de l'accouplement.

2.1.2. Appareil piqueur et tube digestif. Digestion.

L'ensemble des pièces buccales forme la trompe ou proboscis (ou haustellum), longue, fine, dirigée vers l'avant au repos, située à la base de la tête et protégée par les palpes maxillaires, non segmentés, aussi longs qu'elle, disposés latéralement et creusés en gouttière. Au moment de la piqure, la trompe est abaissée verticalement tandis que les palpes restent horizontaux.

La trompe proprement dite (sans les palpes) est formée de trois parties : le labium, le labre et l'hypopharynx.

Le labium est formé de deux longues pièces rigides, la théca ventralement et la gouttière labiale dorsalement, réunies sur toute leur longueur, de chaque côté, par la membrane labiale. La base du labium est renflée, en bulbe, et contient les muscles faisant mouvoir la théca et la gouttière labiale l'une sur l'autre. Le milieu de la gouttière labiale est creusé longitudinalement pour loger l'hypopharynx. L'extrémité distale du labium (labellum) est bilobée et porte des dents et des râpes servant à sectionner la peau, ainsi que 8 soies chimioréceptives sensibles à l'ATP (Rice et al., 1973; Galun et al., 1988).

Le labre forme une longue gouttière inversée dont les bords s'engrènent avec les côtés de la gouttière labiale pour former un canal à travers lequel le sang est aspiré pendant le repas.

L'hypopharynx est un long tube très fin, qui repose dans la gouttière labiale et permet l'écoulement de la salive.

Il se prolonge par le canal salivaire commun et deux glandes salivaires (15 mm de longueur) pelotonnées dans l'abdomen.

Dans le canal alimentaire, la présence de mécano-récepteurs LC1 (labro-cibariaux de type 1) permet à l'insecte de recueillir les stimuli de pression du flux sanguin.

Au moment de la piqure, la glossine enfonce son proboscis dans la peau de l'homme ou de l'animal, les palpes maxillaires restant horizontaux.

Par des mouvements de va et viens, elle va provoquer des microtraumatismes intratissulaires grâce aux dents labellaires situées dans l'extrémité du labium aboutissant à la formation d'un micro-hématome *. Elle injecte de la salive anticoagulante provenant des deux longues glandes salivaires situées en grande partie dans l'abdomen où elles sont pelotonnées. La salive arrive par le canal salivaire commun qui s'abouche avec l'hypopharynx et est projetée grâce aux fibres musculaires des glandes et à une valve salivaire. La durée du repas est de 20-30 sec. Le canal alimentaire formé par le labium et le labre se prolonge dans la tête par le pharynx qui se dilate et se contracte grâce à la pompe cibariale permettant l'aspiration du sang (5 à 80 mgr) qui va dans l'oesophage puis le jabot. Celui-ci est un vaste réservoir qui stocke provisoirement le sang (5 à 30 mn) avant de se vider par le canal du jabot puis le proventricule, organe musculaire pourvu d'un sphincter, sur lequel s'abouche l'intestin moyen. Ce dernier comprend 3 segments : antérieur, moyen, postérieur. Le proventricule sécrète de façon continue la membrane péritrophique (5mm/heure), qui atteint son développement complet dans l'intestin moyen en 84 à 90 heures. Elle constitue un long manchon chitineux bilaminaire qui enveloppe le repas de sang. Cette membrane a plusieurs fonctions importantes :

- elle est perméable et joue un rôle important dans la digestion du repas de sang,
- elle intervient dans le cycle évolutif des trypomastigotes intestinaux.

Elle est perméable et laisse passer les enzymes digestives sécrétées par les cellules épithéliales de l'intestin moyen et les produits de la digestion (qui s'accumulent dans l'espace ectopéritrophique avant assimilation) tout en retenant les déchets solides (dans l'espace endopéritrophique). Elle est tirée vers l'intestin postérieur par la valvule prorectale dont la paroi et celle de la partie médiane de l'intestin sont recouvertes de dents chitineuses.

L'intestin moyen est un long tube qui s'étire de la face dorsale du proventricule jusqu'à l'insertion des tubes de Malpighi. Il intervient donc dans la digestion du repas de sang mais aussi dans la production d'agglutinines ou lectines (défense de la glossine contre les trypanosomes "digestifs").

Dans ses parties antérieure et médiane, on note la présence d'un mycétome ou amas de cellules géantes contenant des symbiontes ("Rickettsia-Like Organisms"). Ces R.L.O. ont divers rôles à peine élucidés :

- production de vitamines du groupe B (rôle dans la fertilité) et d'acide panthoténique.
- production de chitinase qui hydrolyse la chitine en glucosamine. Celle-ci inhibe les lectines permettant ainsi l'installation des trypanosomes "intestinaux" (*T. congolense*, *T. brucei*).

* telmophagie ("pool feeding"): mouvements des lobes labellaires dont les râpes et les dents préstomales lèsent les tissus sous-cutanés provoquant une hémorragie sous-cutanée. C'est le cas le plus fréquent chez les glossines.

solénophagie ("capillary feeding"): pénétration de l'appareil piqueur dans un vaisseau capillaire. C'est rarement le cas chez les glossines.

Ces symbiontes existent également dans les ovaires et la glande vitelline (transmission par l'oeuf et la sécrétion lactée de la femelle aux larves).

L'intestin postérieur, qui s'étend des tubes de Malpighi jusqu'à l'anus, se termine par le colon et le rectum munis de dents chitineuses qui ont un rôle d'entraînement de la membrane péritrophique. Le rectum se termine en ampoule renfermant quatre papilles rectales.

Après être arrivé dans le proventricule, le sang chemine dans l'intestin moyen (dans l'espace endopéritrophique), il va noircir sous l'effet des enzymes protéolytiques sécrétés par l'épithélium intestinal et qui ont traversé la membrane péritrophique.

Il y a absorption d'eau rapidement (en moins de 3 heures) par les cellules intestinales, puis progression dans l'intestin moyen du sang qui devient de plus en plus noir et pâteux.

Dans le segment postérieur de l'intestion moyen a lieu une absorption des produits de la digestion : acides aminés surtout ; sucres, lipides.

Les acides aminés jouent un grand rôle chez la glossine :

- chez la jeune glossine : ils servent à la synthèse des protéines des muscles thoraciques
- chez l'adulte : ils interviennent dans les mécanismes de la reproduction (surtout chez la femelle).

Après l'éclosion, la prise du premier repas a lieu entre 1 et 3 j. (jusqu'à 6 jours chez *G. tachinoides*), la fréquence des repas ultérieurs étant fonction des conditions climatiques, de la disponibilité des hôtes nourriciers, de l'état physiologique (surtout chez la femelle), du comportement (activité). Ses chances de survie sont minimales en saison chaude (faible réserve de graisse ; conditions adverses) et maximale en saison des pluies (forte réserve de graisse ; bonnes conditions climatiques). L'intervalle des cycles de la faim serait plus variable chez les mâles que chez les femelles.

Selon un modèle prévisionnel (Randolph et al., 1992), si une glossine a une probabilité de se nourrir de 0,8 /j. et si on estime qu'elle ne peut dépasser un jeûne de 6 j., elle doit chercher un repas 3 à 4 j. après le précédent. Le calcul de l'intervalle moyen entre les repas serait de 3,5 à 4,5 j., ce qui correspondrait aux observations de terrain par marquage-recapture et par analyse du taux résiduel d'hématine (Jackson, 1954; Glasgow, 1961; Rogers, 1977). L'intervalle assez grand entre repas et la prise d'un repas unique volumineux correspondraient à une stratégie de limitation du risque de prédation associé à la prise de sang.

2.1.3. Appareil reproducteur.

+ Mâle :

Il comprend une paire de testicules ; long tube enroulé sur lui-même, enveloppé d'une coque brunâtre, rempli de spermatozoïdes. Les canaux déférents, faisant suite aux testicules, se dirigent vers l'axe du corps et se réunissent aux glandes annexes, longs tubes dont la sécrétion dilue le liquide séminal et intervient dans la formation du spermatophore. Un canal déférent commun part du point de jonction des canaux déférents pairs et des glandes annexes, contourne le rectum et pénètre dans l'appareil phallique.

La spermatogénèse est achevée au moment de l'éclosion du mâle. Le mâle naît avec un lot déterminé de spermatozoïdes non renouvelable. Cette donnée biologique est utilisée dans la stérilisation des mâles (méthode des lâchers de mâles stériles).

+ Femelle

Les glossines sont larvipares et l'appareil reproducteur femelle est adapté à ce mode de reproduction (viviparité adénotrophique). Il est composé de deux ovaires (un droit, un gauche), comprenant chacun deux ovarioles (un interne, un externe), de deux oviductes courts, se réunissant en un oviducte commun, qui arrive dans la portion antéro-supérieure de l'utérus. Deux spermathèques (ou réceptacles séminaux) globuleuses, brunes, pourvues chacune d'un canal, débouchent en arrière de l'oviducte commun, au sommet de la papille utérine. Une glande utérine constituée d'un ensemble de tubes blanchâtres ramifiés, est située à la face dorsale de l'utérus ; son canal impair aboutit, immédiatement en arrière des conduits des spermathèques, à la base de la papille utérine. Elle permet la nourriture de la larve in utero. L'utérus est une poche très extensible située dans la partie ventrale de l'abdomen et maintenue par différents muscles ; il débouche à l'extérieur par le vagin, au-dessous des plaques génitales. Chez les femelles du sous-genre *Austenina*, le fond de l'utérus porte une plaque chitinisée, ou signum, dont la forme et les dimensions sont caractéristiques de l'espèce.

Les ovaires sont très gros par rapport à ceux d'autres insectes, dissymétriques, de type polymorphique (chaque oeuf dispose de ses propres cellules nourricières).

Chaque ovariole comprend :

- . un germarium (épithélium germinatif) donnant naissance à 8 cellules-filles dont une deviendra l'ovocyte et les 7 autres des cellules nourricières ; le tout est entouré d'un épithélium folliculaire et constitue le follicule.
- . un tube folliculaire, prolongement de la membrane (ou intima) qui recouvre le germarium et le follicule.

Le fonctionnement est très particulier. Les 4 ovarioles ont chacun une taille différente à l'éclosion (follicules à des stades de développement différents) et atteindront leur maturité toujours dans le même ordre : ovariole interne droit, puis l'interne gauche, puis l'externe droit et enfin l'externe gauche. Lorsque le follicule est devenu mûr, il descend à travers le tube folliculaire puis l'oviducte et se retrouve dans l'utérus. Son passage à travers le tube folliculaire se traduit par l'apparition d'une relique folliculaire (petite masse fripée) traduisant l'ovulation.

Cette ovulation régulière dans un ordre déterminé a lieu tous les 9 à 10 jours environ et permet la détermination de l'âge physiologique de la femelle : méthode de Saunders (1960) améliorée par Challier (1965) et Itard (1966). (cf. figure et tableau).

En attribuant à chaque ovariole un numéro d'ordre par taille décroissante et en groupant ces chiffres selon la position dans l'espace des ovarioles, on a un nombre-repère caractéristique qui, joint au nombre de reliques folliculaires, permet de déterminer l'âge d'une femelle jusqu'à la 7^e ovulation (80 j). On y associe l'état de l'utérus (vide, oeuf, larve I, larve II, larve III).

Le premier follicule descend vers le 9^e-10^e j. (10^e à 11^e j. pour *G. pallidipes*) et après 7 à 10 j. de vie intra-utérine [transformation : oeuf (3 j.) ; larve I (1,5 j.) ; larve II (2,5 j.) ; larve III (3 j.)], la larve L3 est expulsée vers le 18^e j. (14 à 24 j. selon la température).

Sur une durée de vie moyenne de 100 à 150 j. au laboratoire, une femelle donnera de 8 à 13 descendants seulement. Le taux de reproduction est donc très bas chez cet insecte, d'autant que, dans la nature, sa vie est beaucoup moins longue (1 à 2 mois).

2.1.4. Les glossines dans le milieu naturel

2.1.4.1. Reproduction

. Accouplement :

- La presque totalité des femelles est fécondée juste après l'éclosion, souvent avant même le premier repas (*G. tachinoides*, *G. palpalis*) (après le premier repas chez *G. pallidipes* qui semble une exception avec une réceptivité maximale aux mâles à l'âge de 9-13 j., Davies-Cole et al., 1990). Dans les élevages, on accouple des femelles de 3-4 j; avec des mâles de 6-7 j., âges auxquels ils sont le plus réceptifs, sauf pour *G. pallidipes* (femelles: 9 j.; mâles: 11 j.).
- Le mâle maintient la femelle par ses pattes antérieures posées entre tête et thorax et par ses cerques qui s'appliquent sur les callosités copulatrices de la femelle. Il dépose un spermatophore (masse globulaire gélatineuse de 500 µ environ) au fond de l'utérus de la femelle. Le sperme va migrer vers les spermathèques tandis que le sac vide du spermatophore est expulsé quelques heures après.

- La durée d'accouplement est longue (30 mn à 3 heures) (14 à 220 minutes chez *G.pallidipes*).
- Généralement, il y a un seul accouplement au début de la vie de la femelle (survie des spermatozoïdes pendant 200 j). Il n'y a plus d'accouplement après 10 jours (0,7%).

. Larviposition

La femelle émet la larve L3 dans un lieu favorable (généralement lieux de repos diurne proche de l'aire de chasse), soit en se posant au sol, soit à partir d'une branche ou d'un tronc d'arbre. L'enfouissement de la larve est rapide par reptation dans un sol généralement argileux-sableux, toujours à l'ombre (entre 2 et 8cm de profondeur) ; en zone forestière, le dépôt de la larve peut avoir lieu à la base des stipes de palmiers ou dans des troncs d'arbre contenant de l'humus. En savane, il se fait sous les grosses racines, dans des trous, des terriers, sous les troncs couchés etc... La larve s'immobilise, durcit et son tégument brunit, s'opacifie pour devenir une pupe (petit tonnelet noir avec deux lobes polypneutiques noirs).

Les taux d'avortement sont bas (1,6 à 1,9 %) dans les conditions naturelles (Turner et Snow, 1984).

Dans la nature, il est probable que le rythme de larviposition a une composante circadienne en relation avec la photopériode (Zdarek et al., 1992).

Au laboratoire, 2/3 des pupes de *G.tachinoides* sont produites entre 12h et 16h (IAEA, 1992).

Une phéromone est présente dans le produit anal de la larve de *G.m.centralis* juste avant la pupaison. Elle serait responsable de la concentration du dépôt des larves par les femelles dans la nature à certains endroits (Léonard et Saini, 1993).

. Pupaison

A l'intérieur du puparium ont lieu des métamorphoses qui aboutiront à l'insecte adulte : 3ème mue jusqu'à la larve IV (la 1ère journée) puis transformation en adulte. La pupe vit sur les réserves alimentaires accumulées au cours de la vie utérine.

La durée de la pupaison est fonction de la température (températures minimales et maximales du sol) et varie de 20 à 80 j. selon la saison et l'espèce. Elle est d'environ 30 j. à une température constante de 25°.

Elle est fonction aussi du sexe : la durée de pupaison des femelles est plus courte de 2 à 4 j. que celle des mâles.

La pupaison nécessite une humidité suffisante du sol (plus de 60%) mais les inondations sont fatales. La déforestation, les feux, le compactage du sol etc... sont également des facteurs défavorisants.

Les pertes par prédation sont estimées à 24 % sur les 30 j. de pupaison chez *G.pallidipes* au Kenya, soit un peu moins de 1 % /j. (Rogers et al., 1990).

. L'émergence de l'imago

- la jeune glossine sort de la puppe par rupture du puparium selon une fente circulaire (Diptères cycloraphes). Une calotte se détache sous l'effet des contractions et des gonflements rythmiques du ptilinum. Celui-ci se réinvagine dès la fin de l'éclosion.
- il y a alors déplissement des ailes, gonflement de l'abdomen, redressement de la trompe qui se met en position horizontale. La chitine se durcit et la mouche s'envole. C'est une glossine ténérale (Tener = tendre) dont le corps est mou et qui va rechercher un hôte nourricier.
- sa vitalité est fonction des réserves de graisse restantes. Elle utilise ensuite le premier repas de sang pour développer sa musculature pendant une phase "immature" de 7j. chez les mâles et 10 j. chez les femelles (Dransfield, non publ.).

La taille de l'adulte varie chez une même espèce avec les conditions climatiques dans lesquelles ont vécu la femelle qui l'a engendré cet individu, traduisant un certain état de souffrance de la population (Williams et al., 1990). La mortalité est liée à la taille, constituant un des facteurs importants de mortalité non-dépendant de la densité, en particulier en fin de saison sèche (Dransfield et al., 1990).

Le taux de mortalité des adultes est d'environ 2,5 à 3 % /j. (0,3 à 3,0 %).

Le taux maximal d'accroissement de la population est d'environ 2 % /j. chez *G.pallidipes* (Williams et al., 1990) et, après la suppression d'une population (par ex., *G.pallidipes* dans la Lambwe valley), celle-ci peut se reconstituer en 13 mois, soit un temps de doublement de 47j.(ICIPE).

Cet insecte présente donc un taux de reproduction très bas et un long cycle de développement. Aussi, d'après ces caractéristiques démographiques et biologiques, certains auteurs ont considéré les glossines comme des êtres vivants à stratégie adaptative de type K.

2.1.4.2. Déplacements

Les causes essentielles de ses déplacements sont l'alimentation, la recherche d'un lieu de repos favorable et pour les mâles la recherche des femelles. Une glossine ne vole que pendant environ 30 mn/jour. La hauteur de vol est faible (0,5 m) et sa vitesse assez élevée (5m/sec.).

. Recherche d'un hôte nourricier.

Le déplacement de la glossine à la recherche d'un hôte nourricier est l'aboutissement de mécanismes complexes où interviennent des facteurs propres à l'insecte et d'autres propres à l'hôte.

L'activité spontanée est fonction du jeûn, du sexe, de l'âge, de l'état de gravidité et de l'espèce. Le repérage d'un hôte nourricier fait intervenir de stimuli à la fois visuels et olfactifs.

La glossine progresse vers une source d'odeur (animal ou appât) par une série de vols courts entrecoupés de périodes de repos plus ou moins longues. Cette progression se fait en remontant la trainée fluctuante d'odeurs (direction et vitesse du vent) par détection de gradients rapides d'odeurs. Le gaz carbonique semble jouer un rôle majeur ainsi que divers phénols, l'acétone et l'octénol. Ces produits se trouvent dans l'haleine, l'urine, les excréments, divers sécrétions et ont des actions variables selon les espèces de glossines.

A faible distance (environ 10-15 m), les facteurs visuels seraient prépondérants : forme, taille, mouvement, contraste, en particulier la couleur et la réflectivité dans la gamme des ultra-violets ; mais des facteurs olfactifs potentialiseraient les stimuli visuels à proximité ou sur l'hôte (pose et piqure).

. Préférences trophiques

Il n'y a pas de règles strictes de préférences de telle espèce pour tel animal. Il a été récemment montré que l'alimentation de glossines au laboratoire sur diverses espèces sauvages (buffles, guib, éland, oryx, phacochère, cob defassa, gnou) ou domestiques (bovins) ne modifie pas le nombre de repas, et le poids des repas. Alors que les taux de protéines plasmatiques diffèrent selon les espèces-hôtes, le taux des protéines de l'hémolymphe de la glossine ne change pas (Moloo et al., 1988).

Les préférences trophiques ne sont donc pas fonction de la valeur nutritive du sang des hôtes. (Moloo et al. 1988).

Cependant certaines espèces se nourrissent surtout sur les Suidés : 60-70% des repas chez *G. austeni*, *G. swynnertoni*, *G.m. submorsitans*..

Les sous-espèces de *G. morsitans* se nourrissent préférentiellement sur les Suidés et sur les Bovidés (jusqu'à 75%). Lorsque les phacochères et les antilopes disparaissent d'une région, les glossines se raréfient.

Certaines espèces se nourrissent plus facilement sur les seuls Bovidés. Ce serait le cas de *G. pallidipes* (Afrique orientale) et *G. longipalpis* (Afrique occidentale) qui prennent leur repas surtout sur le guib hamaché, antilope moyenne des fourrés denses.

Des préférences trophiques très particulières sont signalées :

- *G. longipennis* -> 60% sur rhinocéros
- *G. brevipalpis* -> 36% sur hippo.
- *G. fusca* -> 12% sur oryctérope
- *G. tabaniformis* -> 25% sur porc-épic etc...
- *G. palpalis*, *G. fuscipes* -> varans, serpents, crocodiles
- *G. longipennis* -> 7% sur autruche

D'autres espèces sont très opportunistes, en particulier celles du sous-genre *Nemorhina* (groupe *palpalis*). Elles se nourrissent sur ce qu'elles trouvent avec diverses conséquences épidémiologiques. Par exemple en Côte d'Ivoire, *G. palpalis* se nourrit surtout sur les hommes dans les villages sans porcs, mais prend 75% de ses repas sur cet animal lorsqu'il est abondant. En zone de plantations, elle se nourrit à parts égales sur le guib harnaché (petite antilope) et sur l'homme.

Suivant sa proximité du lac Victoria (Ouganda), *G. f. fuscipes* prend ses repas plus ou moins sur les crocodiles ou sur les bovins et sur l'homme.

Pour ce groupe *palpalis*, il peut y avoir de grandes variations des préférences trophiques selon les saisons car la disponibilité des hôtes nourriciers changent (Gruvel, 1974; Laveissière, 1986):

- en saison chaude, les animaux sauvages et les hommes se rapprochent de l'eau alors que *G. palpalis* a tendance elle-même à se concentrer dans la végétation très proche de l'eau ; elle se nourrit à 40% sur le guib harnaché et à 35-55% sur l'homme en Côte d'Ivoire.
- en saison froide, les reptiles sont surtout piqués (54 à 67%) et l'homme presque pas (8 à 12%).

. Cycles d'activité-dispersion

La plupart des espèces de glossines sont diurnes. Quelques-unes sont crépusculaires en particulier dans le groupe *fusca* (*G. tabaniformis*) et même quelques fois nocturnes mais pour la totalité des espèces d'intérêt médical ou vétérinaire, l'activité a lieu pendant le jour, ce qui explique que les éleveurs font traverser par leur bétail les zones infestées durant la nuit .

Parmi les facteurs climatiques, la température joue un rôle de premier plan pour expliquer le mode d'activité.

Les déplacements se font en général sur de courtes distances. Pour les glossines riveraines, ce sont des "va et viens" en amont ou en aval, linéaires (et non en zig-zag comme chez les papillons). Ils sont longitudinaux dans la galerie forestière pendant la saison sèche. En saison des pluies, les sorties dans la savane deviennent assez fréquents et des glossines peuvent passer d'un réseau hydrographique à un autre (2 km).

Si la moyenne de la population ne se déplace que sur 200-300 m, certains individus peuvent franchir de grandes distances (22 km/ 5j. pour *G. p. gambiensis*, 17km/ 3j. pour *G. tachinoides*) le long d'un cours d'eau (Cuisance et al. 1985).

Pour les glossines de savanes, les déplacements se font au hasard sur des distances généralement courtes (175 m/j. pour *G. pallidipes* au Kenya) (Brightwell et al., 1992). On estime qu'une *G.m. submorsitans* ne se déplace pas à plus d'un kilomètre, mais il est évident qu'à certaines saisons (début des pluies), on assiste à des avancées rapides du front "glossinien". La recolonisation des zones assainies se fait à environ 15 km/an pour *G.m.submorsitans* (H. Davies, 1967). Les glossines de savane se dispersent largement en savane en saison des pluies et se replie fortement en saison sèche sur les zones de végétation dense et particulièrement les lignes de drainage. Certaines glossines peuvent suivre un troupeau ou des hommes ou se laisser transporter passivement par un véhicule, un bateau, un train , etc... sur de grandes distances, sources de réinvasions fréquentes.

D'une façon générale, les déplacements sont fonction du rythme circadien propre à chaque espèce et de nombreux autres facteurs :

- facteurs externes : température, humidité relative, lumière, vent, pluies ... Les glossines ne sont pas actives sous la pluie, ou lorsqu'il y a du vent. Il y a un phototactisme positif jusqu'à 30° qui devient négatif ensuite. Au-dessus de 35°, les glossines sont au repos.

- facteurs internes : état nutritionnel, gravidité ...

La faim accroît l'activité : le seuil de réponse à des stimuli visuels ou olfactifs augmente en fonction de l'état d'avancement du jeûne. On note un pic d'activité aux jours 1 et 6 -7 du cycle de gestation : la femelle a besoin de sang juste après la larviposition et au passage de la larve du stade II au stade III.

L'activité des glossines est fortement corrélée au niveau de la faim : courbe exponentielle pour les femelles, courbe linéaire pour les mâles (Brady, 1972).

Le cycle quotidien d'activité est variable selon les espèces, mais en fonction des saisons (surtout la température), on peut admettre grossièrement en zone soudano-guinéenne :

- un type bimodal d'activité en saison chaude : repos aux heures chaudes, activité le matin et en fin d'après-midi.
- un type unimodal en saison froide : activité au milieu de la journée lorsque la température s'élève suffisamment et atteint un optimum thermique. Par exemple, l'activité de *G. tachinoides* commence à 20° et s'arrête à 35°, mais son maximum est de 32°5 au Tchad.

En zone forestière où les variations climatiques sont moins tranchées et plus uniforme, l'activité est plus homogène.

2.1.4.3. Repos

Le glossine est au repos presque toute la journée et la nuit.

+ Lieux de repos diurnes

Les vrais lieux de repos (digestion, accouplement, gestation) sont les parties ligneuses vivantes de la végétation, en général sur les faces inférieures des branches ou brindilles, mais aussi dans des excavations ou dans des trous, sous les grosses racines d'arbres, etc... Dans ces lieux, la température est souvent inférieure de 8 à 10°C par rapport à la température ambiante (Laveissière) (H. Davies).

Les préférences vont aux troncs ou branches de diamètre supérieur à 20-30 cm (*G. tachinoides*, *G. morsitans*), inférieur à 10 cm (*G. p. gambiensis*). La hauteur de repos est de moins de 3 mètres en saison fraîche et de moins de 50 cm en saison chaude (90% de *G. tachinoides* sont à 19,4 cm à cette saison) (Gruvel, 1974; Laveissière, 1986).

La répartition verticale (sur la végétation) et transversale dans une galerie (par rapport à l'eau) est fonction de la température : le regroupement est maximal en saison chaude : 90% des glossines sont dans 1/16^{ème} de la galerie en zone soudano-guinéenne par exemple (Laveissière et al., 1979).

La connaissance des lieux de repos diurnes est mise à profit dans l'application terrestre sélective des insecticides.

+ Lieux de repos nocturnes

A la tombée du jour, les glossines semblent quitter leurs lieux de repos diurnes pour monter dans la végétation et se poser à la face supérieure des feuilles vertes à des hauteurs de 2,5 à 4 m (*G. pallidipes*, *G.m. morsitans*, *G.p. gambiensis*). Ce sont ces gîtes qui sont visés dans les traitements insecticides séquentiels par voie aérienne appliqués la nuit.

2.1.4.4. Longévité

Elle a été étudiée grâce :

- aux méthodes de marquage-recapture
- à la méthode de l'âge physiologique (pour les femelles)
- à la méthode de l'éraillure alaire
- à la mesure du taux de ptéridine qui s'accumule dans la tête.

D'une façon générale, les femelles vivent plus longtemps que les mâles. Des records de 12 mois ont été obtenus au laboratoire. Mais dans la nature, des longévités de 7 à 9 mois sont très rares (*G. palpalis*).

Pour *G. pallidipes*, des maxima de 173 j. sont enregistrés au Zimbabwe. Pour *G. m. morsitans*, ils sont de 228 j.

La longévité est très variable selon les saisons, les lieux et les espèces. Elle est optimale en saison des pluies, baisse en saison froide et décroît surtout en saison chaude. En moyenne elle serait, en Zambie, pour *G. m. morsitans* de 160 j. en saison des pluies, 110 j. en saison sèche-froide et de 50 j. en saison sèche chaude. Au Zimbabwe, elle est de 2 à 3 semaines pour les mâles et de 29 à 48 jours pour les femelles. Il y a d'une façon générale une grande différence de longévité entre les mâles et les femelles, celles-ci vivant plus longtemps. Avec leur capacité de dispersion, il n'est pas étonnant que les femelles soient retrouvées souvent dans les "fronts pionniers" de recolonisation.

La mortalité naturelle d'une population de glossine est en général inférieure à 5%/jour (2,8 à 3,5% chez *G. pallidipes*). La mortalité des pupes serait de 0,9 à 1%/jour (Williams et al. 1990, Rogers et Randolph, 1992).

2.1.4.5. Sex-ratio

A l'éclosion, le rapport mâles/femelles est voisin de 1 chez la plupart des espèces élevées au laboratoire, sauf pour *G.m. submorsitans* où il y a une distorsion génétique en faveur des femelles (68% de femelles dans les insectariums du CIRDES au Burkina-Faso). Celle-ci serait contrôlée par un facteur lié au chromosome X.

Dans la nature, le sex-ratio est de 1 à l'éclosion, mais du fait de la plus grande longévité des femelles, il est en général en faveur des femelles lors de capture. Mais il existe des variations en fonction du lieu, de l'heure du jour, de la saison, de l'espèce et du moyen de capture.

2.1.4.6. Dynamique des populations

Du fait de la grande diversité des situations bioclimatiques, il est impossible de tracer un schéma général, car les variations quantitatives et qualitatives des populations dépendent des facteurs biotiques et des facteurs abiotiques du milieu qui varient grandement d'un lieu à l'autre. Les fluctuations de densité apparente sont surtout fonction de la longévité et de la mortalité des adultes qui sont régies essentiellement par le climat et également par la disponibilité en hôtes nourriciers.

Dans les régions à saisons bien tranchées (saison des pluies/saison sèche), la densité apparente des glossines riveraines s'accroît assez rapidement au début des pluies (meilleure longévité des adultes ; développement optimal des pupes) pour atteindre un maximum en juillet (Afrique

occidentale et centrale). Une chute sensible se produit en général au milieu des pluies (Août) du fait de l'effet dévastateur de la montée des rivières sur les gîtes à pupes et probablement de l'effet croissant des prédateurs et des parasites.

Puis un deuxième pic a lieu vers la fin des pluies (septembre-octobre) suivi par une décroissance avec l'arrêt des pluies et le début de la saison sèche (vieillesse des adultes ; hôtes moins disponibles car dispersés). La décroissance se poursuit pendant la saison sèche et froide (allongement de la durée de pupaison avec mortalité, éclosion d'adultes sans réserves de graisse). La saison chaude entraîne une chute des densités (fortes températures entraînant mortalité des pupes et des adultes ; raréfaction de l'eau et du couvert végétal ; parasitisme exacerbé sur les pupes) qui peut être très importante. L'arrivée des premières pluies permettra alors une nouvelle croissance des densités (réduction de la durée de pupaison, température en baisse).

Ce schéma général est fortement modulé par les conditions locales (végétation, faune, précocité des pluies, etc...).

En zone forestière ou préforestière, les saisons sèches étant très courtes et moins marquées, l'amplitude des variations de densité est moindre.

Pour les glossines savanicoles, l'élévation des densités est très forte dès les premières pluies, sera maximale pendant et surtout en fin des pluies puis va décroître fortement en saison sèche-chaude. L'aspect des courbes varie avec la longueur de la saison sèche.

2.2. Classification des glossines

2.2.1. Répartition géographique

Les glossines sont exclusivement des mouches africaines et continentales. Deux exceptions : île de Zanzibar et peut-être un petit "noyau" en Arabie Saoudite. La limite nord de leur aire de répartition suit approximativement le 15° de latitude Nord tandis que la limite méridionale correspond à peu près au 20° de latitude Sud mais s'infléchit le long de la côte orientale de l'Afrique jusqu'à 30° de latitude Sud.

Les glossines sont limitées dans leur distribution par le déficit hygrométrique trop important et les fortes températures au nord (Sahara) et par les trop faibles températures au sud.

Elles sont absentes au dessus de environ 2000 m d'altitude (faible température). A ces facteurs climatiques s'ajoutent comme facteurs limitants : le couvert végétal et la présence d'hôtes nourriciers.

Il est remarquable que la zonation de la répartition des glossines en Afrique occidentale et centrale corresponde à la zonation en bandes parallèles à l'équateur des zones bioclimatiques alors qu'en Afrique Orientale la fragmentation du milieu naturel sous l'effet de l'orogénèse aboutit à un morcellement de la distribution des espèces en "ceintures" plus ou moins isolées.

31 espèces et sous-espèces de glossines sont actuellement connues. Au moins 2 autres espèces (fossiles du Miocène) ont existé : *G. oligocenus* (Scudder, 1892) et *G. osborni* (Cockerell, 1909) trouvées dans des schistes du Colorado (USA), soit environ 20 millions d'années, d'où elles auraient disparu au moment des glaciations du Pléistocène au Quaternaire (Lambrecht F.L., 1980).

D'après leurs particularités écologiques et leurs caractéristiques morphologiques (cf. figures), les glossines sont classiquement divisées en trois sous-genres plus communément connus sous le nom de "groupes" :

- Sous-genre *Nemorhina* (Robineau-Desvoidy, 1830) ou "groupe *palpalis*", qui renferme 9 espèces ou sous-espèces. Ces glossines sont généralement riveraines, confinées à la végétation dense bordant le système hydrographique qui se déverse dans l'Atlantique, et à celui de la haute vallée du Nil en Ethiopie. Elles se rencontrent également en zone préforestière ou même forestière, ainsi qu'autour des lacs, dans les "bois sacrés", dans les mangroves et dans les "niayes" du Sénégal. Certaines colonisent les formations végétales très anthropisées (plantation de café, cacao, manguiers, bananiers ...) constituant des gîtes péri-domestiques. Ces glossines sont essentiellement impliquées dans la transmission de la trypanosomose humaine et, de plus en plus, dans celle des trypanosomoses animales.
- Sous-genre *Glossina* s. str. (Zumpt, 1935) ou "groupe *morsitans*" qui comprend 7 espèces ou sous-espèces. Elles fréquentent préférentiellement les savanes boisées et les fourrés denses et, accessoirement, les forêts claires. Un nombre restreint d'espèces peut survivre, soit dans des brousses sèches, soit en secteur forestier humide. Leur présence est particulièrement liée à la faune et au bétail. Leur rôle est prépondérant dans la vécution des trypanosomoses animales.
- Sous-genre *Austenina* (Townsend, 1921) ou "groupe *fusca*" qui rassemble 15 espèces ou sous-espèces vivant presque toutes dans la zone forestière : forêt ombrophile, forêt mésophile, reliquats forestier, galeries-forestières larges et denses, mosaïque forêt-savane. Certaines sont d'excellents vecteurs des trypanosomes animaux mais occupent des aires généralement sans vocation pastorale. Elles tendent à régresser avec l'anthropisation croissante des forêts.

2.2.2. Principales espèces d'intérêt médical ou vétérinaire

En général, toutes les glossines peuvent transmettre cycliquement les trypanosomes. Toutefois un petit groupe d'espèces, du fait surtout de leur distribution et de leur éthologie, représente les vecteurs majeurs des trypanosomoses de l'homme et des animaux domestiques.

Chez l'homme, ce sont surtout les espèces de forêt et de galeries forestières qui sont les vecteurs essentiels en Afrique occidentale et centrale : groupe *palpalis*. En Afrique orientale : groupe *morsitans*.

En simplifiant :

. gr. *palpalis* transmet *T.b. gambiense*

. gr. *morsitans* transmet *T.b. rhodesiense* (exception au Kenya et en Ouganda : *G. fuscipes*)

Chez le bétail, ce sont surtout les espèces de savane (groupe *morsitans*) et secondairement celles de galeries forestières (gr. *palpalis*).

- Groupe *palpalis* :

- G. tachinoides*
- bandes de végétation étroite, généralement assez basse (*Mimosa pigra*, *Morelia senegalensis*)
 - bas-fonds à *Mitragyna inermis*
 - galeries forestières plus ou moins ouvertes (*Berlinia grandiflora*) en association avec *G. p. gambiensis*
 - parfois même en forêt avec *G. palpalis*

C'est un excellent vecteur des trypanosomoses animales et humaines en Afrique occidentale et centrale ainsi qu'en Ethiopie.

G. palpalis

La sous-espèce *G. p. gambiensis* occupe la végétation ripicole (réseau hydrographique) plutôt dans les savanes sèches et humides tandis que la sous-espèce *G. palpalis* habite cette même végétation dans les savanes humides et la forêt:

- végétation dense des galeries forestières bien protégées avec lit de rivière bien dégagé (ligne de vol)
- les "niayes", dépressions à fonds humides (près de Dakar) occupées par une végétation dense associée à des palmiers à huile
- les plantations de café et de cacao ainsi que la périphérie des villages en zone forestières.

Les 2 sous-espèces sont d'excellents vecteurs des trypanosomoses humaines et souvent animales.

G. fuscipes

Les 3 sous-espèces sont des glossines très proches de *G. palpalis*, mais occupent l'Afrique centrale :

- végétation riveraine bordant les rivières, les fleuves et les lacs,
- mosaïque forêt-savane.

Elles sont les vecteurs majeurs des trypanosomoses humaines en Afrique centrale ainsi que des trypanosomoses animales dans certaines situations.

G. pallicera

Les deux sous-espèces vivent en forêt sempervirente (de la Sierra Leone au Cameroun pour l'une, dans le bassin congolais pour l'autre) et seraient davantage vectrices des trypanosomoses animales.

G. caliginea

Cette espèce vit dans les zones marécageuses et dans les mangroves en forêt côtière du Cameroun.

- Groupe *morsitans* :

G. m. morsitans et *G. pallidipes* occupent les savanes boisées de l'Afrique orientale et australe, en particulier les "miombos" (à *Julbernardia* et *Brachystegia*) et les "mopane" (forêt claire de bas-fond à *Colophospermum mopane*).

G. m. submorsitans occupe divers types de savanes boisées de l'Afrique occidentale et centrale ainsi que les forêts claires à *Isoberlinia doka*.

G. austeni est une espèce de fourrés très denses et de forêt le long d'une partie de la côte est de l'Afrique ainsi qu'à Zanzibar.

G. longipalpis est présente dans les "forêts de transition" entre la savane sèche et la grande forêt de l'Afrique occidentale.

Toutes ces espèces sont des vecteurs majeurs des trypanosomoses du bétail.

- Groupe *fusca*

Ce sont presque toutes des espèces de grande forêt, présentes essentiellement en Afrique occidentale et centrale.

Quelques exceptions :

G. medicorum habite les galeries forestières des savanes humides.

G. brevipalpis occupe les fourrés denses de plantes sempervirentes en bordure des cours d'eau, dans les îlots forestiers en savane et dans les plantations de teck.

G. longipennis se maintient dans des lieux très arides ("brousse à épineux") et parfois dans des fourrés denses au bord de l'eau.

Ces glossines n'ont pas de rôle dans la transmission des trypanosomoses humaines. Ce sont souvent d'excellents vecteurs des trypanosomoses animales, mais leur éloignement des zones de pâturage (savanes) leur donne rarement un rôle important dans la transmission des trypanosomoses animales. Elles tendent à régresser en zone anthropisée.

2.2.3. Clé de détermination

L'identification des espèces de glossines repose sur des caractères morphologiques visibles à l'oeil nu mais avec plus de précision par des caractères visibles à la loupe binoculaire, en particulier les génitalia mâles et femelles.

La distinction peut être assez facile au niveau de l'espèce pour les glossines du groupe *palpalis* et du groupe *morsitans*. Par contre, elle est difficile pour celles du groupe *fusca* et pour les sous-espèces des 2 groupes précédents et concerne le spécialiste.

Parmi les caractères utiles à la détermination, on citera :

- la forme et les proportions de l'antenne (longueur/largeur du 3^e article)
- la frange antennaire
- la couleur de la face inférieure du bulbe du proboscis (labium)
- les grandes soies sur les côtés du thorax et celles sur les cuillerons
- la coloration du thorax
- la longueur des grosses soies médianes du scutellum
- la couleur des articles tarsaux des pattes postérieures
- les bandes colorées sur la face dorsale de l'abdomen : formes, largeur, intensité du noir.

Toutefois, ce sont les caractères des génitalia qui sont les éléments principaux de détermination :

- la forme des forcipules supérieurs du mâle, qui permet de séparer facilement les 3 groupes : *gr. palpalis*, *gr. morsitans*, *gr. fusca* (cf. figures).
- la forme des forcipules inférieurs du mâle qui permet de distinguer les espèces et sous-espèces du groupe *palpalis* (cf. figures).
- la position des lobes médians entre les forcipules supérieurs, qui permet de séparer les espèces et sous-espèces du groupe *morsitans*.
- la forme, le nombre et la disposition des plaques génitales des femelles.

Une clé pour les principales espèces d'intérêt médical et vétérinaire est celle de Pollock (1982) in "Manuel de lutte contre la mouche tsé-tsé" Volume 1 F.A.O. (cf. annexes). Mais récemment, une clé informatisée des glossines (logiciel d'Identification Assistée par Ordinateur ORSTOM/CIRAD-EMVT/UNIVERSITE ParisVI) vient d'être réalisée et permet à des non-spécialistes de mettre un nom sur une glossine. Elle apporte en plus des informations rapides sur sa biologie, sa distribution et sur son rôle vecteur en santé humaine et en santé vétérinaire. Cette clé offre une grande convivialité grâce à sa souplesse d'emploi en gérant si nécessaire le doute sur des caractères manquants ou difficiles à observer et en optimisant le choix des questions.

3. GLOSSINES ET TRYPANOSOMES

La jeune glossine qui éclot est exempte de trypanosomes. Elle va s'infecter en se nourrissant sur un mammifère (homme, animaux) malade ou porteur asymptomatique. Dans la glossine, les trypanosomes vont subir des transformations (morphologiques et métaboliques) et des multiplications² dont le siège dans l'insecte est variable selon les espèces de trypanosomes et qui vont aboutir à des formes infectantes (métacycliques) localisées soit dans les pièces buccales, soit dans les glandes salivaires. La durée des cycles varie de 6 j. à 30 j. environ selon les trypanosomes. La glossine peut s'infecter avec 1 seul trypanosome (Maudlin et al. 1989) et reste infectée et infectante toute sa vie (Ladikpo E., 1989).

²On parlera d'infection, s'il y a multiplication chez l'hôte et d'infestation, s'il n'y a pas multiplication.

3.1. Adaptation du trypanosome à un nouveau milieu

Ce sont les formes courtes et quelques formes intermédiaires qui seront aptes à poursuivre le développement cyclique chez la glossine bien que ceci soit encore controversé. De plus on admet que le kinétoplaste (maxicercles du k-DNA) serait essentiel pour le développement cyclique dans le vecteur, c'est à dire les transformations morphologiques dans la glossine (Lun Z.R. et Desser S.S., 1995). Ainsi, les trypanosomes dyskinétoplastiques comme *T.evansi* ne passeraient plus par les glossines.

Le trypanosome absorbé par la glossine avec le repas de sang va passer du milieu "mammifère" au milieu "insecte". Ce changement d'environnement brutal va se traduire par de profondes modifications :

- morphologiques :

- . augmentation du mitochondriome en particulier chez les formes courtes (infectantes) du trypanosome : elle annonce un changement du métabolisme du parasite ;
- . changement de forme et densification des crêtes internes du mitochondriome ;
- . allongement de la forme du trypanosome dans l'intestin moyen (formes procycliques) ;

- biochimiques : perte de la glycoprotéine variable de surface (V.S.G.) pendant la presque totalité du cycle chez la glossine et réapparition seulement au stade final, où le trypanosome redevient infectant.

- métaboliques : passage du parasite d'un milieu riche en glucose, en oxygène et à une température de 38 à 39° (sang du mammifère) à un milieu riche en proline et pauvre en oxygène et à une température de 20 à 25° (glossine) (cf. tableau).

3.2. Principaux cycles de développement des trypanosomes chez la glossine

3.2.1. *T. brucei* : cycle le plus complexe : durée # 29 j (variable selon température)

- absorption par la glossine des formes trypomastigotes courtes de *T. brucei*, dans le sang d'un mammifère.
- passage par le canal alimentaire, pharynx, oesophage. 35% du sang va dans l'intestin et 65% dans le jabot ; 5-10 mn après, il y a vidange du jabot, le sang infecté va dans l'intestin moyen où il y a

transformation du sang "rouge" du jabot en sang "noir" (digestion par les enzymes protéolitiques sécrétés par les cellules intestinales ; ces enzymes passent à travers la membrane péritrophique)

- dans l'intestin moyen, sang et trypanosomes arrivent dans l'espace endopéritrophique avec les évènements suivants :

- . transformations des trypanosomes en formes allongées (trypomastigotes procycliques) ; perte de la glycoprotéine de surface, ils deviennent non infectants.

- . multiplication très active vers le 3^e - 4^e j.

- puis migration vers l'extrémité postérieure de la membrane péritrophique et envahissement de l'espace ectopéritrophique ; remontée vers le proventricule : les trypanosomes s'allongent (10^e - 20^e j) en formes proventriculaires avec apparition déjà de quelques formes épimastigotes (Kazadi et al., 1995). Il pourrait même y avoir dans le proventricule une multiplication de ces formes. Ces dernières observations feraient du proventricule un site de développement intermédiaire entre l'intestin moyen et les glandes salivaires.

- pénétration de l'extrémité antérieure molle de la membrane péritrophique et migration vers l'oesophage, le pharynx et le proboscis(où il n'y a pas de transformations).

- Ils pénètrent dans l'hypopharynx (par l'extrémité antérieure) et atteignent les glandes salivaires avec les évènements suivants :

- . transformation en épimastigotes,

- . multiplication,

- . transformation en métatrypanosomes infectants (semblables aux formes sanguines courte, sans flagelle libre ou avec un très court flagelle). Un nombre restreint de gènes est activé entraînant la synthèse de la glycoprotéine variable de surface (VSG) ou exoantigène.

- Le trypanosome peut alors être transmis à un autre mammifère (animaux, homme) par la salive infectante qui peut contenir plusieurs centaines de trypanosomes. Actuellement, il est prouvé au laboratoire qu'un seul suffit.

- Les taux d'infection chez la glossine apparaissent toujours très bas pour *T.b. brucei*, *T.b. gambiense*, *T.b. rhodesiense* dans la nature, même en plein "foyer" de maladie du sommeil (0,1 à 1,5%), ce qui est une énigme. Mais on sait que des glandes salivaires sans infection apparente par

dissection, se sont révélées positives (*T. brucei*) par inoculation aux souris, indiquant la faible sensibilité de l'observation par dissection des glandes salivaires, ces tissus étant relativement épais (Otiéno, 1983). La PCR confirmerait une plus forte prévalence de glandes salivaires infectées (Nzila A., à paraître)

- Des observations récentes indiqueraient d'autres cheminements possible du trypanosome : identification de formes géantes dans les cellules du mésenteron ; elles peuvent traverser la paroi intestinale et aller dans l'hémocèle (Kaaya et al., 1986). L'inoculation expérimentale de *T. brucei* dans l'hémocèle de *G.m.morsitans* a montré une évolution par l'intestin moyen et le proboscis sans implication des glandes salivaires avec une transmission possible à un lapin (Otiéno et al., 1976).
- Hypothèse d'une reproduction sexuée de *T. brucei* chez la glossine : récemment (1989), Kooy R.F. et al. montrent par cytofluorométrie comparée entre les formes métacycliques (formes salivaires chez la glossine) et les formes sanguines (chez le mammifères) que les histogrammes de l'A.D.N. nucléaire (exprimés en unité de fluorescence) ont la même configuration, et que les formes métacycliques sont diploïdes.

Kooy (1991) identifie en culture des formes haploïdes qui seraient des "gamètes". Les facteurs induisant une différenciation sexuelle seraient :

- . les fortes concentrations de *T. vivax* provoqueraient une déplétion de certains facteurs du milieu de culture conduisant à cette différenciation (état de "souffrance") ;
- . signal produit par les trypanosomes chez l'insecte ?

La fusion des formes haploïdes n'a pu être observée. Bien qu'une seule souche de trypanosomes soit capable de former des gamètes, il serait nécessaire d'avoir 2 souches de *T. brucei* pour qu'il y ait échange génétique chez la glossine.

Gibson W. et al. (1994) montrent que, dans le corps de la glossine, il y aurait bien recombinaison génétique entre des souches parentales de *T. brucei* chimio-résistantes à 2 antibiotiques différents au niveau de leurs hybrides et que celle-ci est en faveur de l'hypothèse d'une méiose de *T. brucei*..

Mais "l'accouplement" des trypanosomes dans la nature ne doit pas être fréquent. Les généticiens (Tibayrenc et al.) sont très attachés à l'hypothèse d'une structure essentiellement clonale, car la ségrégation et la recombinaison génétique, qui sont les conséquences nécessaires de la reproduction sexuée, sont rares ou absentes dans les populations naturelles.

Si accouplement il y a, il aurait lieu dans l'intestin de la glossine.

3.2.2. *T. congolense* : durée : # 14 j (7 à 53 j)

- Même trajet jusqu'à l'intestin moyen (espace endopéritrophique) : transformation en trypomastigotes allongés (procycliques), dépourvus de revêtement de surface ; multiplication : nombreux à partir du 3^e - 4^e j et maintien plus de 2 mois.

- Ils gagnent ensuite l'extrémité postérieure ouverte de la membrane péritrophique (schéma classique : Taylor, 1932 ; Yorke et al., 1933) pour atteindre l'espace ectopéritrophique ;
 - Puis traversent l'extrémité antérieure de la membrane péritrophique gagnent l'oesophage, le pharynx puis le canal alimentaire.
 - Fixation sur les parois du labre : transformation en épimastigotes. Puis ils vont pénétrer dans l'hypopharynx : transformation en métatrypanosomes infectants (munis de leur revêtement de surface).
 - Par salivation au laboratoire dans une goutte de PSG sur lame chaude, on dénombre en moyenne par essai 32 trypanosomes (*T.congolense*) chez les mâles, 26 trypanosomes chez les femelles de *G.m.morsitans* et 23 tryp. chez les femelles de *G.tachinoides* mais avec de grand écarts de 1 à 500 trypanosomes (Gidudu et al., 1995). La proportion de formes courtes (suspectées d'être les formes infectantes pour le mammifère) s'accroît avec l'âge de la glossine, la maturation semblant plus précoce chez les femelles que chez les mâles de *G.m.morsitans*.
 - Considérations sur le cheminement du trypanosome dans la glossine
- Des observations récentes ont montré plusieurs possibilités de passage des trypanosomes de l'espace endopéritrophique vers l'espace ectopéritrophique :

- . traversée de la membrane péritrophique au niveau de son point d'émergence (la couche L2 en formation est fluide et perméable à cet endroit) ;
- . pénétration à l'intérieur de la membrane dans des loges intramembranaires et entraînement avec la membrane vers la partie postérieure du mésentéron, d'où ils sont capables de s'extraire des 2 côtés de la membrane (Thevenaz, 1981 ; Ladikpo, 1989) ;
- . ou traversée de la membrane au niveau de la partie médiane du mésentéron (Evans et al., 1979).

De plus, on a observé la pénétration de trypanosomes dans les cellules épithéliales du mésentéron (Kaddu et Mutinga, 1980 ; Ladikpo et Seureau, 1988) ; mais ceci est exceptionnel et ne constitue pas une voie de développement.

Le passage par le proventricule semble une étape importante récemment évoquée avec une multiplication probable et une évolution morphologique (formes mésocycliques avec membrane ondulante présente mais peu visible) (Kazadi et al., in press).

- La localisation des trypanosomes dans l'appareil piqueur se fait surtout dans la partie proximale (bulbe de la théca) du proboscis et la fixation sur le labre a lieu grâce à des complexes de jonction (hémidesmosomes et macula adherens). On observe des amas de trypanosomes ou "corps en rosette" sur les parois latérales du canal alimentaire en association étroite avec les mécano-récepteurs LCI du labre chez *G.m.morsitans* (Molyneux et al., 1979 ; Molyneux et Jenni, 1981).

La perturbation du rôle des mécano-récepteurs ou sensilles (pression du sang qui circule dans le labre) par obstruction partielle modifierait le comportement alimentaire des glossines infectées (Jenni et al., 1980, Roberts, 1981) : elles piquent plus souvent et plus longtemps ce qui augmente les chances de transmission, mais ceci est contesté par Moloo (1989) qui n'observe aucune modification du comportement des glossines.

- Taux d'infection chez les glossines : jusqu'à 20 - 30 % observés dans nature ; beaucoup plus élevé que *T. brucei*.

3.2.3. *T.vivax* : durée : # 10 j (5-13 j)

- Ingestion des trypomastigotes sanguins par la glossine.
- Fixation de quelques-uns sur les parois du canal alimentaire, les autres sont entraînés dans l'intestin moyen (dégénérescence et mort).
- La totalité du cycle de développement a lieu dans le proboscis selon la théorie classique ; très récemment, Moloo et al. (1989) montrent que le développement cyclique de *T. vivax* pourrait être initié dans la région cibariale et oesophagienne où on peut observer des formes trypomastigotes, pré-épimastigotes et épimastigotes dans les 48 heures après le repas infectant. "McNamara (pers. com.) observe que *T. vivax* peut coexister avec *T. grayi* dans l'intestin moyen".
- Multiplication dans le labre : les épimastigotes forment des "corps en rosettes" ou amas denses (fixation des parasites les uns sur les autres, flagelle sur flagelle).
- Détachement de la paroi du labre et pénétration dans l'hypopharynx : transformation en formes métacycliques infectantes (trypomastigotes).
- Taux d'infection : les plus élevés (> 10%).

Chez les trypanosomes transmis par les glossines, le caractère essentiel est qu'ils doivent passer par le stade épimastigote avant de se transformer en métatrypanosomes infectants.

Evolution des trypanosomes chez le mammifère

"Les trypanosomes africains sont essentiellement des parasites intra-vasculaires et extra-cellulaires. Les parasites intra-cellulaires possèdent des stades potentiellement vulnérables à une attaque immunitaire ou thérapeutique (au moment de l'invasion cellulaire) alors que les parasites extra-cellulaires, exposés aux défenses de l'hôte, ont développé des mécanismes d'échappement complexes et imparables, comme la variation antigénique" (Authié E., 1995).

- Quand la glossine inocule des métatrypanosomes dans la peau d'un mammifère, les parasites vont se localiser pendant les premiers jours dans le chancre d'inoculation (aspect furonculoïde) qui apparaît plus ou moins nettement chez l'homme et chez le bétail dans les conditions naturelles.
- multiplication dans le chancre
- puis ils envahissent le système sanguin et le système lymphatique : le corps s'allonge (forme grêle) : période lymphatico-sanguine.
- multiplication dans le sang : hyperthermie; évolution de la parasitémie (\pm détectable selon moment) ; anémie ; défenses immunitaires de l'hôte (anticorps) -> destruction des parasites ; mais variation des antigènes de surface ; vagues successives (phénomène "d'échappement").

L'anémie est un signe important des trypanosomoses animales et la valeur de l'hématocrite est un bon indicateur de cette parasitose au moins chez les bovins.

Elle aurait pour étiologie :

- + immuno-complexes déposés à la surface des hématies provoquant une phagocytose de ceux-ci par les leucocytes,
- + production de substances lytiques par les trypanosomes (hémolyse) : destruction des globules rouges,
- + exotoxines du trypanosomes bloqueraient le système hématopoïétique : blocage de la formation des globules rouges,
- envahissement des canaux lymphatiques puis des ganglions lymphatiques (hypertrophie ganglionnaire) puis tout le système histiomonocytaire (hépatosplénomégalie).
- passage de la barrière méningée -> liquide céphalorachidien chez l'homme : phase de polarisation cérébrale ou méningo-encéphalitique ("maladie du sommeil").

Cette phase n'existe pas ou peu chez l'animal, sauf avec *T. brucei*.

Evolution :

- . guérison naturelle :
 - * rare chez l'homme
 - * fréquente chez les animaux domestiques
 - * commune chez les animaux sauvages -> élimination du parasite ("self-cure")
- . état d'équilibre parasite/hôte : prémunition
 - * apparemment peu fréquente chez l'homme
 - * fréquente chez les animaux -> porteurs sains (réservoirs)
- . passage à l'état aigu : traitement ou mort.

Les malades (hommes, animaux) et les porteurs sains (bétail trypanotolérant, faune sauvage) seront les sources d'infestations nouvelles pour les glossines ténérales.

3.3. Conséquences de l'infection trypanosomienne sur la glossine

3.3.1. Les modifications du comportement alimentaire des mouches infectées par actions sur les mécano-récepteurs.

Entre 50 et 60 sensilles LC1 sont présentes dans le tiers proximal du labre : ce sont des mécano-récepteurs sensibles au passage du sang lors de l'ingestion.

Molyneux, Lavin, Elce (1979), démontrent en microscopie électronique que *T. congolense* forment des rosettes autour des récepteurs LC1, les épimastigotes sont attachés par des hémidesmosomes aux récepteurs eux-mêmes (Thévenaz et Hecker, 1980; Ladikpo,). Molyneux (1980) et Molyneux et Jenni (1981), retrouvent ces mêmes résultats avec *T. vivax*.

Jefferies, en 1984, a décrit l'attachement de *T. vivax* et *T. congolense* avec un autre groupe de mécano-récepteurs : les LC2 localisés dans la paroi antérieure du cibarium.

d'où effets :

- sur le flux sanguin : gênent la progression du sang et imposent une force de succion supplémentaire
- sur la fréquence des piqûres et sur durée du repas -> accroissement du risque de diffusion du parasite.

Jenni et al. (1980) constatent que les mouches non infectées ont un nombre moyen de sondages de 1,89 (+/- 0,21) avant gorgement complet, tandis que les mouches infectées nécessitent 5,08 (+/- 0,40) sondages pour arriver à la fin du repas.

Moloo et al. (1985) ne constatent aucune différence. Makuni et Moloo (1991) montrent que les "rosettes" de *T. vivax* dans le labre n'ont aucune action sur le nombre de piqûres, le taux et la vitesse de gorgement, la survie, le nombre et le poids des pupes des femelles infectées chez *G. p. gambiensis* (1991).

Golder, Patel et Darji en 1987, ont montré que les glandes salivaires de *Glossina morsitans morsitans* fortement infectées par *T. (T.) brucei brucei* présentent des dommages cellulaires allant jusqu'aux foyers de nécrose et des modifications de la composition chimique de la salive par un appauvrissement des constituants normaux:

- disparition de certains sucres (inositol, galactosamine)
- présence d'un phospho-lipide (sphingomyéline), produit probablement par les trypanosomes
- pas de changement des protéines
- pH passant de 7 -7,5 à 8.

Ceci se traduit par un aspect laiteux par rapport à l'aspect translucide normal de la salive (Patel et al., 1982).

3.3.2. Diminution de la longévité

Nitcheman en 1988, met en évidence une différence significative entre les mortalités des glossines infectées par rapport aux glossines indemnes (couple *G.m. morsitans / T. congolense*). Mais Makuni et Moloo ne trouvent aucune différence de longévité chez *G. p. gambiensis* infectée ou non par *T. vivax* (1991). Mihok et al. (1991) montrent une réduction de longévité de *G. m. morsitans* infectées par *T. congolense* de 14% pendant le 1er mois et de 30 à 42% pendant le 2ème mois (Kaaya et al., 1987).

3.3.3. Spoliation énergétique de la glossine par l'infection trypanosomienne

Bursell en 1981, estime qu'une glossine fortement infectée peut accuser une perte énergétique quotidienne de 2,83 Joules, ce qui correspond à 15 p.100 de l'énergie dépensée en vol par jour par un mâle, et sans doute plus de 15 p.100 pour une femelle.

Ryan (1984) constate que les mouches infectées se nourrissent plus souvent et que leurs réserves nutritionnelles (dans les corps gras essentiellement) sont plus faibles que chez les glossines saines (*G. longipalpis*).

L'infection trypanosomienne représente une charge pour la glossine soumise à des stress nutritionnels à certaines saisons : la proline est un acide aminé essentiel pour le trypanosome (Evans, 1978) et pour l'activité de vol de la glossine.

Des glossines infectées par *T.b.brucei* et *T.congolense* ont une fécondité abaissée respectivement de 33 et 30 % (Kaaya, 1991).

3.3.4. Sensibilité accrue aux insecticides

Golder, Otieno, Patel et Onyango en 1982, présentent dans une courte communication les résultats d'une expérimentation montrant une sensibilité accrue à l'endosulfan de *Glossina morsitans morsitans* infectée par *T. (T.) brucei* par rapport à des témoins sains.

Deux ans plus tard, la même équipe met en évidence chez le même couple vecteur-parasite une sensibilité accrue à un extrait de pyrèthre naturel.

Nitcheman en 1988, retrouve le même résultat avec la deltaméthrine, pour le couple *G.m. morsitans* / *T. congolense*.

Il semblerait donc que l'infection trypanosomienne puisse fragiliser le vecteur, le rendre plus sensible aux insecticides.

Conclusion :

Il ressort de ces nombreux exemples que l'infection trypanosomienne n'est peut-être pas sans effet sur le vecteur.

. Certains de ces effets peuvent avoir pour conséquence une plus grande diffusion du parasite :

- augmentation du nombre de repas ;
- augmentation du nombre de sondages pour un repas ;

. d'autres, au contraire, tendraient à limiter sa diffusion :

- diminution de la longévité des mouches infectées par rapport aux mouches saines ;
- spoliation énergétique et donc diminution éventuelle de la distance de dispersion active (par le vol) pour les glossines infectées.

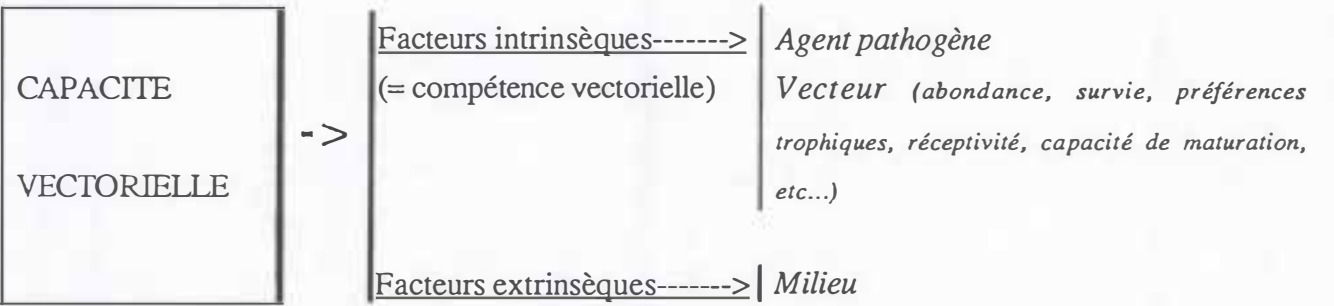
En conséquence, ces phénomènes favoriseraient soit la diffusion du parasite dans un foyer donné, soit la focalisation de la transmission, donc de la maladie (Jacquiet, 1989).

3.4. La capacité vectorielle de la glossine

"Pour être efficace, un vecteur doit être compétent et avoir en outre une bioécologie favorable à la transmission. Un vecteur *a priori* compétent, mais dont la la biologie ne favorise pas la transmission est un vecteur potentiel. A l'inverse, un vecteur *a priori* peu compétent peut néanmoins jouer un rôle si son écologie est très favorable à la transmission (par exemple, une grande abondance)" (Toma B. et al., 1991).

La capacité vectorielle est le nombre de nouvelles infections par situation et par jour du fait d'un vecteur; elle est estimée*a posteriori* à partir de certains paramètres (abondance du vecteur, survie qui conditionne la taille de la population et l'achèvement du cycle parasitaire, préférences trophiques, nombre de piqûres/j., etc) (Reissen W.K., 1989).

La compétence vectorielle est l'aptitude physiologique d'un vecteur à acquérir le pathogène et à le transmettre (ReisenW.K., 1989).



3.4.1. Facteurs intrinsèques

La compétence vectorielle chez les glossines est au moins la conjugaison de 3 grands facteurs :

- l'aptitude de l'espèce à s'infecter (en se nourrissant sur une ou plusieurs espèces d'hôtes),
- l'aptitude à permettre une maturation des trypanosomes dans son organisme,
- l'aptitude à transmettre des métatrypanosomes infectants à d'autres hôtes.

La colonisation de l'intestin moyen par les trypanosomes ingérées par la glossine, leur multiplication et leur maturation sont sous la dépendance de différents facteurs créant "une barrière d'établissement" (Harmsen).

3.4.1.1. Membrane péritrophique

Le repas infectant est séparé des tissus du tube digestif par la membrane péritrohique, d'où l'importance de la relation chronologique entre le développement du parasite et le développement et la maturation de cette membrane qui intervient comme un mécanisme de limitation du parasite.

Chez la glossine, la membrane péritrophique doit être traversée ou contournée. Classiquement, il est admis que les trypanosomes passent par la partie distale déchirée de la membrane pour atteindre l'espace ectopéritrophique puis retrouver l'espace endopéritrophique en traversant la membrane par sa partie proximale "molle" en cours de sécrétion.

Certains ont suggéré (Huber et al. 1991) que les protozoaires utilisent des enzymes chitinolytiques pour digérer la membrane péritrophique et la traverser (*Plasmodium* chez les Anophèles). Mais il n'y a pas d'activité chitinolytique chez les formes sanguines de *T. b. rhodesiense* (Welburn et al., 1993).

Mais actuellement, on sait aussi que le trypanosome peut traverser activement la membrane péritrophique dans sa partie médiane et même traverser l'épithélium de l'intestin moyen pour aller dans l'hémocèle (*T. b. rhodesiense*, *T. congolense*).

Le pouvoir de pénétration du trypanosome à travers la membrane péritrophique ou les cellules épithéliales de l'intestin suggère la mise en oeuvre de moyens de reconnaissance et d'adhésion à un ou plusieurs ligands chez la glossine.

Ce serait le cas des procyclines à la surface des formes procycliques du parasite et probablement d'autres molécules qui permettent au trypanosome de se lier à des molécules des tissus du vecteur (attachement à la chitine du proboscis pour les épimastigotes de *T. vivax*, ou à l'épithélium des glandes salivaires pour *T. brucei* ; carbohydrates de surface et lectines, etc...).

Le fait pour une glossine de pouvoir s'infecter au laboratoire quelque soit son âge en utilisant de la D-glucosamine ou d'autres sucres (cf. § suivants) dans son repas infectant laisse supposer que la membrane péritrophique ne représente pas une barrière infranchissable à l'infection trypanosomienne (Welburn et al. 1993).

3.4.1.2. Vitesse de transfert du repas sanguin : la vidange lente du jabot permet aux formes procycliques de mieux adapter leur métabolisme aux conditions nouvelles de l'intestin (transformation des mitochondries et des glycosomes).

3.4.1.3. Taux de protéases intestinales assurant la digestion du sang
Une chymotrypsine et des trypsines apparentées (trypsines-like) interviendraient dans l'établissement des infections immatures. Elles ont une action de destruction des trypanosomes intestinaux comme pour d'autres couples vecteurs-parasites (*Aedes aegypti*-ookynètes de *Plasmodium*: Gass et Yeates, 1979; Yeates et Steiger, 1981); *Phlebotomus papatasi*-*Leishmania donovani*: Borovsky et Schlein, 1988).

Mais il apparaît également qu'une certaine concentration d'enzymes est nécessaire pour induire la transformation des trypanosomes sanguins ingérés en formes procycliques (Yabu et Takayanagi, 1988; Imbuya et al., 1991).

Quant aux trypanosomes (*T.b. brucei*), ils ont une activité inhibitrice sur ces enzymes protéolytiques démontrée in vitro (Imbuya et al., 1992), qui se surajoute à celle de la D-glucosamine (Osir et al., 1993). Le parasite aurait donc la possibilité par cette inhibition partielle des enzymes digestives de favoriser son installation intestinale tout en préservant ses facultés de maturation ultérieure.

Les femelles ont des taux plus élevés que les mâles de protéases digestives (Gooding, 1977) d'où des taux de maturation des trypanosomes plus élevés chez les mâles ? (Maudlin et al., 1985).

Il est intéressant de noter que *T. congolense* et *T. brucei* évitent la protéolyse en restant dans la partie antérieure de l'intestin moyen (sans protéases) jusqu'à ce que le niveau des protéases soient au plus bas dans la partie postérieure (Akov A., 1972; Gooding, 1974).

Toutefois, l'activité protéasique ne semble pas corrélée avec les taux d'infection, car l'activité protéasique n'est pas différente chez des glossines à compétence vectorielle très différente comme *G.m.morsitans* et *G.m.centralis* (Mihok et al., 1994).

Mais le rôle important des lectines produites en réponse au repas de sang semble être l'élément le plus déterminant (Welburn J.C. et al., 1989)(cf. suite).

3.4.1.4. Trypanolysine et trypanoagglutinine dans l'intestin moyen

Il a été montré (Stiles et al. 1990) qu'il y a dans l'intestin moyen de *G. p. palpalis* agglutination et lyse de *T. congolense* et *T.b. brucei* et agglutination seulement chez *G.p. gambiensis*. L'agglutination et la lyse suivent un cycle avec un faible niveau juste après l'ingestion du repas de sang, un pic à 48-72h après le repas de sang et une chute à 120h. Leur libération est synchrone des repas de sang, ce qui expliquerait les capacités à s'infecter des glossines ténérales ou des glossines à jeûn depuis longtemps. L'irradiation inhibe temporairement (3 j) cette trypanolysine et cette trypanoagglutinine. Les deux protéines sont absentes de l'intestin antérieur.

3.4.1.5. Les lectines

Ce sont des agglutinines secrétées par les cellules de l'intestin moyen probablement en réponse au sang ingéré ou à l'infection des trypanosomes. Leur origine n'est pas encore éclaircie. Ce seraient des glycoprotéines d'origine non immune, à récepteurs spécifiques pour certaines configurations de carbohydrates. Elles agglutinent ou précipitent les cellules ou les complexes de carbohydrates. Ces lectines ont été mises en évidence chez *G.m. morsitans* (Molyneux et al. 1986), *G. austeni* (Ibrahim et al. 1984), *G.p. gambiensis* et *G. tachinoides* (Ingram et al. 1988), *G.f. fuscipes* (Ingram et al. 1990), *G. p. palpalis* (Welburn et al. 1989).

. Mécanisme d'action des lectines

Elles exercent 2 types d'actions:

- une cytotoxicité envers les formes procycliques
- un déclenchement de la maturation.

1/ les lectines empêchent l'installation des trypanosomes dans l'intestin

Ceci est valable pour les trypanosomes qui passent par un stade intestinal : *T. congolense*, *T. brucei*. (Ibrahim et al., 1984).

- La D-glucosamine (0,03 M.) ajouté au repas de sang accroît fortement les taux d'infection intestinaux des glossines ténérales par *T. brucei rhodesiense* chez *G.m. centralis* et chez *G. pallidipes* ainsi que par *T. congolense* chez *G.p. palpalis* en comparaison à un témoin (64% contre 16%). Ceux-ci peuvent atteindre plus de 90% chez *G.m. morsitans*. Cet accroissement est également obtenu avec des glossines non ténérales chez *G. p. palpalis* (Maudlin et Welburn, 1987, 1988 ; Maudlin et al. 1993).
- Le galactose accroît les taux d'infection chez *G. p. palpalis* et *G. pallidipes* mais pas chez *G.m. morsitans* (Maudlin et al. 1993).
- D-glucosamine et galactose associés permettent d'atteindre des taux d'infection intestinaux de plus de 84% chez *G.p. palpalis* (Ham et al. 1991 ; Maudlin et al. 1993).
- Des résultats semblables sont obtenus avec la N-acétyl-D-glucosamine (Ham et al. 1991).
- Ces sucres sont responsables de l'inhibition des lectines de l'intestin moyen (Ibrahim et al. 1984) , elles-mêmes responsables de la destruction des trypanosomes, ce qui favorise un taux élevé d'infection intestinale chez la glossine (Welburn S. et al., 1994). La D-glucosamine pourrait également inhiber la trypsine et les trypsines-like (Osir E.O., 1993).

G. palpalis et *G. pallidipes* possèdent deux molécules trypanocides:

- une "glycosyl lectin", qui peut être inhibée par la D-glucosamine
- une "galactosyl molecule", qui peut être inhibée par le D-galactose.

Ces deux molécules seraient donc impliquées dans la résistance naturelle de ces glossines à l'infection trypanosomienne (Welburn et al., 1994).

Ceci expliquerait aussi que le diflubenzuron (régulateur de croissance), qui a une action sur la chitine, favoriserait la production de D-glucosamine et pourrait accroître les capacités vectorielles (chez *G. tachinoides* et *G. palpalis*) (De Deken, com. pers., 1993).

Or les "Rickettsia Like organisms" (R.L.O)³ des mycétomes produisent des endochitinasés et des N-acétyl glucaminidases qui hydrolysent la chitine(en particulier celle de la membrane péritrophique) en D-glucosamine ; celle-ci inhibe les lectines et donc favorise l'installation de l'infection trypanosomienne dans l'intestin. Ceci expliquerait le fait que les glossines sans R.L.O. ne s'infectent pas et celles avec R.L.O s'infectent.

Après absorption d'un repas infectant, les trypanosomes sont agglutinés dans le mésogaste en moins de 72h chez les glossines réfractaires, mais en ajoutant un inhibiteur de lectines (N-acétyl-D-glucosamine) au repas infectant, des glossines âgés peuvent devenir susceptibles à l'infection trypanosomienne (Welburn et Maudlin, 1992), ce qui montre par ailleurs que la membrane péritrophique de la glossine adulte n'est pas une barrière physique infranchissable par les trypanosomes.

Or, pendant la période larvaire et pupale, il y a production de D-glucosamine chez les glossines possédant des R.L.O. ; elle s'accumule dans l'intestin moyen et agit comme inhibiteur des lectines : la jeune glossine serait alors beaucoup plus réceptive à l'infection par les trypanosomes lors de son premier repas de sang.

La susceptibilité à l'infection trypanosomienne dépendrait de la charge en R.L.O. de la glossine ténérale. La réceptivité ou la résistance à l'infection trypanosomienne de différentes lignées de *G.m. morsitans* disparaît après le premier repas de sang (Maudlin et al. in press). Cela suggère que l'effet des R.L.O. sur la réceptivité à l'infection trypanosomienne de la glossine est limité aux stades larve/pupe du développement et est aboli par la prise ultérieure de repas (Maudlin et al. 1990). Après le premier repas de sang, il est difficile qu'une glossine s'infecte, car le sérum du repas de sang activerait la sécrétion de la lectine intestinale. En effet, l'activité d'agglutination est corrélée à la prise du repas de sang avec une élévation de l'activité d'agglutination juste après le repas et une baisse dans les intervalles (Stiles et al. 1990). Un seul repas de sang accroît considérablement l'activité "trypanocide" dans l'intestin moyen et les R.L.O. des glossines adultes (non ténérales) auraient alors un temps trop court entre les repas pour produire suffisamment de carbohydrates permettant d'influencer la réceptivité de l'insecte à l'infection (Welburn et al. 1989)

3 R.L.O. :

- bactéroïdes gram - présents dans le mycétome de la partie antérieure de l'intestin moyen, dans les cellules épithéliales de l'intestin moyen, dans les ovaires et dans la glande vitelline et même dans le corps gras de certains insectes.
- taille : jusqu'à 9 µ ; 1 à 2 µ dans ovaire ;
- pléiomorphes ; position intra ou extracellulaire ;
- ils ne sont pas indispensables à la vie de la glossine, mais à leur reproduction ;
- R.L.O. de l'ovaire sont transmis par le cytoplasme de l'oeuf ; R.L.O. de l'intestin sont transmis par la sécrétion nutritive.
- leur nombre augmente avec l'âge de la glossine

2/ les lectines fournissent aux trypanosomes un message qui stimule le processus de maturation des trypanosomes (cf. Mini review "Maturation of trypanosome infections in Tsetse", Maudlin I. et Welburn S.C., 1994)

La maturation des infections du mésogastre semble un phénomène beaucoup plus complexe et encore mal élucidé.

- une lectine intestinale donne d'abord au trypanosome un signal de migration hors du mésogastre,
- une lectine de l'hémolymphe a été suspectée dans la transformation en formes métacycliques infectantes (Maudlin I. et Welburn S.C., 1988). Mais les expériences récentes suggèrent qu' une autre lectine de l'intestin moyen est responsable du déclenchement de la maturation des infections intestinales, ce signal de maturation étant donné aux trypanosomes dans un bref délai (3 j. pour *T.congolense*) après leur installation dans l'intestin. Cette durée dépendrait des sites de fixation des lectines sur le trypanosome.

Pour expliquer cette bivalence d'action des (ou de la) lectines , Maudlin et Welburn (1994) suggèrent une compétition de fixation à la surface du trypanosome dans l'intestin moyen: la fixation de la lectine aux résidus terminaux (N-acétyl) de la D-glucosamine entraîne la mort cellulaire , tandis que la liaison à la procycline de surface stimule la prolifération.

Pour d'autres auteurs (Coosemans et al., com.pers.), différentes adélynate-cyclases sont présentes dans la membrane des formes procycliques et leur liaison avec une protéine de la glossine activerait ces enzymes, entraînant un haut niveau d'AMP-c (messager d'un stimulus externe d'activité cytoplasmique) dans le trypanosome, ce qui provoquerait la différenciation.

Mais, le rôle du proventricule dans la métacyclogénèse laisse penser qu'au niveau de cet organe aussi les formes procycliques reçoivent des signaux d'activation induisant la transformation des trypanosomes: une protéine du proventricule (85 kDa) reconnaît l'acide sialique (régulateur des interactions moléculaires et cellulaires) qui est présent à la surface des formes procycliques et qui pourrait couvrir les épitopes du galactose qui normalement sont reconnus par une lectine spécifique de ce dernier (IMT/Anvers, in press).

La différence de réceptivité chez la glossine entre stocks de trypanosomes de la même espèce pourrait s'expliquer en termes de quantité de carbohydrates de surface nécessaires pour assurer la liaison avec la lectine, ou pourrait être due à d'autres composants de surface masquant les sites de fixation de la lectine (par ex. des différences de fixation de l'acide sialique à la surface des formes procycliques conditionneraient les sites de fixation des lectines en vue de la maturation).

Les variations interspécifique dans la maturation pourrait refléter simplement les profils de lectine endogène (par ex. *G.p.palpalis* et *G.pallidipes* ont une 2ème lectine qui ne se retrouve pas chez *G.m.morsitans* , Welburn et al., 1994).

Les inter-actions lectines/carbohydres influencent donc fortement la maturation des infections chez la tsé-tsé et constituent peut-être une nouvelle cible potentielle pour le contrôle de la trypanosomose selon Maudlin et Welburn (1994).

La "biocommunication" vecteur/parasite, en particulier les ligands du vecteur concernant la reconnaissance de récepteurs à la surface du parasite et pouvant expliquer les facteurs de différenciation et de stimulation/inhibition sont un sujet d'actualité non encore bien éclairci, car très complexe.

. Mécanismes de contrôle de la production des lectines

La production des lectines serait sous la dépendance de deux mécanismes :

. certains R.L.O. sont transmis de la mère à sa descendance (ovaire, glande lactée) et vont inhiber les lectines intestinales : héritabilité cytoplasmique maternelle, donc extrachromosomique (pour *T. brucei* et *T. congolense*).

. un gène lié au sexe mâle (chromosome X) contrôle la production d'une lectine de l'intestin moyen . Ceci serait le cas pour le genre Trypanozoon seulement où les infections des glandes salivaires seraient plus fréquentes chez les mâles que chez les femelles. Récemment Dale et al. (1993), montrent qu'il y a une différence des niveaux des lectines intestinales entre sexes et qu'une de ces lectines est un produit du gène lié au sexe.

Les lectines ont donc un rôle important dans le bon déroulement du cycle parasitaire chez la glossine mais il est certain que d'autres facteurs, encore mal connus, interviennent (Lehane et Msangi, 1991).

3.4.1.6. Facteur anti-trypanosome dans l'hémolymphe

Il existerait mais son rôle n'est pas encore clair (Croft S.L. et al., 1982).

Actuellement les mécanismes de défense de la glossine sont considérés comme liés plus à des réponses "humorales" qu'à des réponses "cellulaires", car il n'y a pas de changement du nombre d'hémocytes et pas de phénomène d'encapsulation probablement en relation avec le faible nombre d'hémocytes dans l'hémolymphe des glossines (3 types : pro-hémocytes, plasmatocytes, granulocytes et cellules fusiformes chez *G.m.mositans* et *G.pallidipes* selon (East et al., 1980).

Alorsque la "vaccination" de *G.m.mositans* avec de petites doses de *E.coli* confère une certaine immunité à la glossine vis à vis d'injections ultérieures par accroissement de certaines protéines de l'hémolymphe (cécropines et attacines) et d'un enzyme (lysozyme), on n'observe pas de protection identique lorsqu'on injecte *T.brucei* ou *T.congolense*, en particulier pas d'accroissement de ces facteurs (Kaaya et Darji, 1988).

3.4.1.7. Influence du sexe

La disparité des observations entre localités sur le terrain est très grande. Des taux d'infection plus élevés chez les femelles que chez les mâles sont signalés (Clarke, 1965 ; Distelmans et al., 1982), mais sont reconnus identiques ailleurs (Diallo A., 1985). Les mêmes constats sont faits au laboratoire (Gooding, 1984).

Au laboratoire, les mâles sont plus réceptifs que les femelles à l'infection par *T.simiae* pour *G.brevipalpis*, *G.m.morsitans* et *G.pallidipes* (Moloo et al., 1994) . Avec *T.congolense* chez *G.m.morsitans*, *G.m.submorsitans* et *G.tachinoides*, le sexe ne semble avoir aucune influence sur les pourcentages d'infection (labre, hypopharynx, intestin moyen), alors que chez *G.p.gambiensis*, les prévalences sont plus fortes au niveau du proboscis chez les mâles que chez les femelles (Reifenberg J.M., 1995). Chez *G.m.morsitans*, *G.m.centralis* et *G.pallidipes*, la maturation des trypanosomes est 2 fois plus grande chez les mâles que chez les femelles (Mihok et al., 1992).

Les mâles auraient un milieu intestinal moins favorable à l'évolution des trypanosomes. Cependant, le taux d'infection mature est plus important chez les mâles que chez les femelles de *G. m. morsitans* avec *T. congolense* chez des "familles" sélectionnées "réceptives" (Maudlin et Dukes, 1985, Dale et al. 1993). Il en est de même avec le couple *G. p. palpalis*- *T.b. brucei* (Kazadi et al., in press).

Maudlin et al. (1991) montrent au laboratoire que des mâles de différentes espèces (*G.m. morsitans*, *G.m. centralis*, *G. pallidipes*, *G.f. fuscipes*) infectés avec des *Trypanozoon* présentent des taux d'infection des glandes salivaires très supérieurs à ceux des femelles alors que ceux de l'intestin moyen sont identiques. Ceci serait dû aux lectines intestinales contrôlées par les R.L.O. Leur synthèse et leur niveau d'activité seraient régulés en partie par un gène lié au sexe mâle (Dale et al. 1993). Avec *T. vivax*, les mâles s'infectent moins que les femelles chez *G.m. centralis* au laboratoire (Moloo et al., 1993). Chez le couple *G. pallidipes* - *T. congolense*, issu de la même localité (Nguruman) au Kenya et maintenu au laboratoire, les mâles se révèlent plus réceptifs que les femelles alors que chez *G. pallidipes* d'une autre localité (Shimba Hills), les deux sexes montrent la même réceptivité (Moloo et al., 1993).

Même si les mâles sont plus vecteurs que les femelles au moins pour les *Trypanozoon*, tenant compte de leur durée de vie plus brève (20 j #) que celle des femelles (40 j #), de la durée du cycle (d'environ 25 j), de la probabilité de développer une infection mature, du nombre de piqûres infectantes, la capacité vectorielle est 3 fois plus importante chez une femelle que chez un mâle sur le terrain (Maudlin et al. 1991).

3.4.1.8. L'âge

Normalement la glossine ne peut s'infecter qu'au moment de son premier repas (cf. précédemment) lorsqu'elle est ténérale. Maudlin (1989) montre que l'intestin moyen des glossines ténérales contient peu de lectines et suggère qu'un composé du sérum du repas de sang est responsable du déclenchement de la production de lectines. Un premier repas non infectant abaisse les chances d'infection par un 2^e repas infectant. (Mwangelwa et al., 1987). Cependant des infections ont pu être obtenues avec des adultes non ténéraux de *G.m. morsitans* nourris 3 à 10 fois sur lapin infecté par *T.b. brucei* (Gooding, 1987) sans avoir été affamés auparavant.

3.4.1.9. La durée du jeûne

Des individus âgés de *G.morsitans* (21-25 j) mis à jeun depuis 3-4 j. peuvent s'infecter et donner des métatrypanosomes infectants (Gingrich et al., 1982) (Makumyaviri et al., 1984). Un jeûne ultérieur de 5 j. sur des femelles infectées n'a aucun effet sur la prévalence des infections matures chez les femelles de *G.morsitans centralis* infectée avec *T.b. brucei* (Gooding, 1987). De plus, des glossines non-ténérales peuvent s'infecter et développer des infections matures sans avoir été mises à jeun (Gooding, 1987), mais les possibilités semblent beaucoup plus réduites dans la nature.

Selon Kazadi et al.(in press), l'intervalle de temps entre les repas n'a pas d'influence sur la compétence vectorielle.

L'influence du jeûne est probablement modulée par d'autres facteurs non encore éclaircis.

3.4.1.10. Association de la capacité vectorielle à des phénotypes particuliers.

Le variant "oeil saumon" de *G.m. morsitans* montre une réceptivité significativement plus élevée que le type "sauvage" avec *T. congolense* (Distelmans et al., 1985) et *T.b. brucei* (Makumyaviri et al., 1984) : ce mutant manifeste une diminution du métabolisme du tryptophane d'où accumulation dans ses tissus ? Gooding et al., 1984 suggèrent donc une plus grande disponibilité en tryptophane qui est un acide aminé dont les trypanosome font une grosse consommation. Il favoriserait l'établissement des trypanosomes dans l'intestin de la glossine (Hall et al., 1981).

3.4.1.11. Facteurs transmis par la mère

Maudlin a montré que la réceptivité de *G.m. morsitans* vis à vis des formes procycliques de *T. congolense* était sous influence maternelle et extrachromosomique. Maudlin et Dukes (1985) ont sélectionné des lignées réceptives ou réfractaires de *G.m. morsitans* à *T. congolense*. Ce facteur maternel d'héritabilité apparaît comme étant les R.L.O. présents chez la souche réceptive et absents chez la souche réfractaire (Maudlin et Dukes, 1985 ; Maudlin et Ellis, 1985 ; Maudlin et al., 1986). Gooding (1988) n'écarte pas la possibilité d'interactions entre ces microorganismes et le génôme de l'insecte au niveau des ovaires.

3.4.1.12. La longévité

Si une glossine reste infectante toute sa vie, sa capacité vectorielle dépendra de sa longévité, qui dépend elle-même de nombreux facteurs, essentiellement climatiques. Cependant, il a été démontré récemment que, chez *G.m. morsitans*, la longévité des glossines infectées par *T. congolense* était sensiblement inférieure à celle des glossines non infectées (Nitcheman, 1988). De même, chez *G.m. morsitans* (mâles) infectée par *T.b. brucei* (Chigusa et al. 1988).

Ceci est également à rapprocher de la plus grande sensibilité aux insecticides de glossines infectées par rapport aux glossines non infectées, en particulier avec l'endosulfan et les pyréthrinoides (Golder et al., 1982, 1984) notamment la deltaméthrine (Nitcheman et al., 1988) au laboratoire.

3.4.1.13. Le nombre de trypanosomes infectants

De faibles concentrations de parasites sont probablement infectantes, car 1 seul *T.b. brucei* peut infecter *G.m. morsitans* au laboratoire (Otieno et al., 1983). Maudlin et al. (1989) montrent que:

- au dessus de 7 *T. congolense* pris par *G.m.morsitans* au moment du repas, le taux d'infection du lot infecté est indépendant de la dose,
- la maturation des formes intestinales est complètement indépendante de la quantité de trypanosomes,
- qu'un seul trypanosome suffit à infecter une mouche "réceptive".

L'ensemble de tous ces facteurs, dont les intrications sont à peine connues, va donc conditionner l'installation de l'infection intestinale et, pour certaines mouches, celle de l'appareil piqueur, la plus importante sur le plan épidémiologique. Cette capacité pour une glossine à devenir infectante au laboratoire est désignée par Le Ray D. (1989) comme la "capacité vectorielle intrinsèque":

$$C.V.I.= P. \times M$$

P= nombre de glossines porteuses de procycliques/nombre de glossines disséquées

M= nombre de glossines porteuses de métacycliques/nombre de glossines porteuses de procycliques

3.4.1.14. Le comportement de piqure

- . Dans le 1/3 proximal du labre, il y a des mécanorécepteurs (Rice et al., 1973), or il y a une association étroite entre les "corps en rosette" de *T. congolense* et les mécanorécepteurs LC1 (Molyneux et al., 1979) par l'intermédiaire d'hémidesmosomes (Evans et al., 1979 ; Thévenaz et al., 1980) ; il y aurait une perturbation des mécanorécepteurs du canal alimentaire par les trypanosomoses fixés avant ou après eux d'où une réduction de la prise de sang (Jenni et al., 1980 ; Livesey et al., 1980) (cf. précédemment

- . Le comportement de piqûre serait modifié par l'obstruction du canal alimentaire par les "corps en rosette" : la glossine piquerait plus fréquemment et de façon plus vorace (Jenni et al., 1980), mais aussi de façon plus prolongée (difficulté de se gorger) (Roberts, 1981) (cf. précédemment).

Ceci est mis en doute par Moloo et al., (1985) qui n'observent aucune différence de comportement chez *G.m. centralis* infectée avec soit *T. vivax*, *T. congolense* ou *T. brucei*. Même constatation faite par Chigusa et al. (1988) chez *G.m. morsitans* infectée avec *T. brucei brucei*. et par Makuni et Moloo chez *G.p. gambiensis* infectée par *T. vivax*.

3.4.1.15. L'espèce

. Le groupe *morsitans* comporte les espèces considérées comme les meilleurs vecteurs de *T. congolense* et de *T. vivax* pour le bétail, mais aussi de *T.b. rhodesiense* pour l'homme en Afrique orientale.

. Le groupe *palpalis* est celui des vecteurs de *T. brucei* (*T.b. gambiense* en Afrique occidentale et *T.b. rhodesiense* en partie en Afrique orientale).

Mais, entre les espèces et au sein d'une même espèce, la compétence vectorielle pourrait varier selon les quantités de R.L.O. responsables de la production de lectines. Les glossines "savanicoles" s'infectent plus facilement que les glossines "ripicoles".

Deux populations de *G.pallidipes* de deux localités du Kénia (Vallée du Rift, côte) n'ont pas la même réceptivité à l'infection de *T. congolense*: la première est plus réceptive que la seconde à la fois au stock de *T. congolense* de la Vallée du Rift et à celui de la côte. (Moloo, 1993).

3.4.1.16. Physiologie des glandes salivaires et réceptivité à l'infection

Il y aurait des différences dans les carbohydrates présents à la surface de la couche basale des glandes salivaires qui pourraient expliquer une susceptibilité différente de *G.p. gambiensis* et de *G.p. palpalis* vis à vis de *T.b. gambiense* (Okolo C.J. et al. 1990).

3.4.1.17. Hyperplasie des glandes salivaires par DNA virus et infection trypanosomienne des glossines

Minter-Goedbloed E. et al. (1989) ont trouvé plus d'infections trypanosomiennes (glandes salivaires, intestin, proboscis), chez les glossines à hyperplasie salivaire dans une localité du Kénia, mais la différence n'est pas significative ailleurs. Il n'est donc pas évident que l'infection virale prédispose à une infection trypanosomienne chez *G. pallidipes*.

3.4.1.18. Liés au trypanosome

. Espèces, sous-espèces, "stocks" de trypanosomes

T. vivax est répandu et provoque une maladie grave en Afrique occidentale

T. congolense a plus d'importance en Afrique orientale.

T.b. gambiense : véhiculé par *G. palpalis* en Afrique occidentale et centrale

T.b. rhodesiense : véhiculé par *G. morsitans* et *G. fuscipes* en Afrique orientale

T. evansi : incapacité à repasser cycliquement chez la glossine

T. vivax en Amérique du sud : ne peut repasser chez la glossine au laboratoire.

A l'intérieur des espèces *T. vivax* et *T. congolense*, il existe de grandes variations de la virulence (souches qui tuent plus ou moins vite). Rapport avec leur installation et leur maturation chez les vecteurs?

Avec *T. simiae* par exemple, les stocks CP 11 et CP 813, qui provoquent une maladie aigüe chez le porc, infectent bien au laboratoire *G. brevipalpis* et *G. pallidipes*. Le stock CP 1896, qui provoque une maladie chronique ne peut infecter *G. brevipalpis* et *G. pallidipes* et infecte faiblement *G.m. centralis* (Moloo et al., 1994).

Avec *T.b. brucei*, des "stocks" sont capables d'infecter des glossines non ténérables de *G.m. morsitans* et *G.m. centralis* au laboratoire (Gooding, 1987), mais impossibilité avec la même souche par Makumyaviri et al. (1984).

Il a été démontré avec d'autres systèmes parasites-vecteurs, que le parasite n'est jamais aussi bien transmis que par le vecteur de la zone d'où il a été isolé. : "co-adaptation" parasite/vecteur.

. Morphologie du trypanosome au moment du prélèvement ; stade de la parasitémie

- Dans le sous-genre *Trypanozoon*, le pléomorphisme est une des conditions requises pour la transmission cyclique ; les formes trypomastigotes courtes sont celles qui sont les plus aptes à infecter la glossine.
- La morphologie de *T. vivax* semble avoir peu d'importance sur sa capacité à évoluer chez la glossine (Stephen 1986) ;
- *T. congolense* présente également des types morphologiques différents (formes courtes, intermédiaires et longues) qui n'ont pas les mêmes capacités infectantes.

Un hôte mammifère hébergeant le parasite a donc une qualité de réservoir différente selon les phases de sa parasitémie et la forme du parasite.

. Coexistence et compétition de plusieurs espèces de trypanosomes

- chez le mammifère : les infections à *T. vivax* tendent à masquer celles à *T. congolense* et à *T. brucei* ; de même *T. congolense* prend l'ascendant sur *T. brucei*. Il y a un retard dans le développement du chancre, dans l'apparition du trypanosome et dans l'apparition des anticorps lorsqu'on transmet avec des glossines *T. brucei* à des chèvres déjà infectées par *T. congolense*. Par contre, il y a un retard dans l'installation de l'infection à *T. vivax* chez des chèvres déjà infectées par *T. congolense* ou avec un autre sérotype de *T. vivax* (Dwinger et al., 1989).
- chez la glossine : plusieurs espèces de trypanosomes peuvent être observées sans qu'on connaisse les interactions possibles. Il est possible au laboratoire d'infecter une glossine par *T. congolense* au cours d'un premier repas infectant puis par *T. brucei* au cours d'un deuxième repas sans qu'on sache exactement si la première infection favorise ou inhibe la seconde (Gibson et Ferris, 1992). Les deux peuvent évoluer ensemble (Lamine Dia, 1993) chez *G.m. morsitans* infectée par *T. congolense* et par *T. brucei* à la suite de 2 repas infectants quelque soit l'ordre de ceux-ci.

3.4.2. Facteurs extrinsèques

3.4.2.1. liés à l'hôte-mammifère

- . Niveau de la parasitémie : les fluctuations sont importantes et le nombre de parasites accessibles à la glossine est variable.
1 seul trypanosome suffit à infecter un animal au laboratoire ; 1 seul trypanosome suffit à permettre l'infection dans l'intestin moyen de la glossine réceptive ; leur maturation dépendrait du génotype du trypanosome et des lectines intestinales.
- . Rôle de réservoir et rôle nourricier de l'hôte : *T. vivax* tend à être rare dans les zones à phacochères ou à cochons qui sont réfractaires à *T. vivax* et qui sont la principale source de nourriture des glossines (60 -75%).
Une espèce sauvage (Waterbuck) acquiert une infection à *T. congolense* aussi bien qu'un bovin, mais 92% des *G.m. morsitans* piquent expérimentalement ce bovin contre seulement 70% le Waterbuck (odeur répulsive ?) (Mikok et al. 1992).

Les infections à *T. vivax* sont corrélées positivement avec la proportion de repas de sang pris sur les bovins (Ryan et al., 1986). Celles à *T. congolense* sont corrélées aux Suidés.

On ne sait pas beaucoup de choses sur le développement, le maintien ou la disparition des trypanosomes chez les différentes espèces d'animaux sauvages qui sont considérés comme des réservoirs très importants. Chez la faune sauvage et chez le bétail trypanotolérant (peut-être chez certaines populations humaines "trypanotolérantes"), les parasites (en particulier *T.brucei*) sont "cryptiques" et les parasitémies sont très basses, souvent non décelables avec les techniques classiques, or les glossines s'infectent car probablement un seul trypanosome est suffisant. Il y a un contraste entre la pauvreté parasitémique et la facilité avec laquelle les glossines s'infectent.

. Le niveau d'anticorps de l'hôte :

. Le développement cyclique d'un stock de *T.b. brucei* est supprimé au laboratoire chez *G.m. centralis* nourrie 1 fois/sem. ou seulement 3 fois en 9 j après le repas infectant avec du sang contenant des anticorps monoclonaux dirigés contre l'antigène de surface du stade procyclique (Nantulya et al., 1988).

. La même observation est faite contre *T. vivax* et *T. congolense* : chez des glossines nourries chaque jour sur des chèvres immunisées contre des trypanosomes procycliques (Murray et al., 1985) ou grâce à une alimentation in vitro avec du sang additionné de sérum hyperimmun contre *T. congolense* (f. procycliques) (Maudlin et al., 1984), on observe un mécanisme de blocage du développement cyclique : agglutination des parasites dans la lumière de l'intestin ?

. *T. congolense* prédomine chez les animaux adultes, alors que les jeunes bovins sont infectés à la fois par *T. vivax* et par *T. congolense*, ceci étant attribué à l'acquisition progressive d'une certaine immunité vis à vis de *T. vivax* dont la variabilité antigénique est plus limitée que celle de *T. congolense* (in E. Authié, 1993).

. Etat infectieux de l'hôte: un bovin infecté par *T. vivax* et *T. congolense* n'est pas plus attractif pour *G. pallidipes* qu'un bovin sain mais le succès de piqûre est 50% supérieur par rapport à un bovin sain (moindre réactivité, vasodilatation, odeurs?. L'urine d'un bovin infecté est plus attractive que celle d'un bovin sain pour *G. longipennis*.(Baylis, 1993)

. Caractéristiques hématologiques de l'hôtes :

La source de sang pourrait être un facteur impliqué dans le niveau d'infection de la glossine (Jordan, 1965) : niveau des lipoprotéines ; présence ou absence de sérum (laboratoire).

L'utilisation comme hôte-nourricier infectant de diverses espèces animales (vache, chèvre, cochon, buffle, éland, waterbuck, oryx) aboutit à des taux d'infection différents et reproductibles : les plus forts sont obtenus avec le sang de chèvre et de porc, les moins forts avec celui d'éland et de bovin. Ceci suggère la présence de facteurs spécifiques affectant la survie des trypanosomes chez la tsé-tsé (facteurs favorisant : lipides facilitant la survie des trypanosomes chez la mouche ?) (Mihok S. et al., Parasitology 1993, 107, 41-48).

Le sérum de buffle contient des substances toxiques thermo-labiles, qui tuent *T. congolense* après 4 heures d'incubation dans un milieu de culture, alors que le sérum de zébu Boran permet leur croissance. Ces toxines varient en activité selon les individus et dans le temps (Olubayo et Brun, 1992).

De même, il a été montré que dans le sérum du gorille, de 2 espèces de babouins et du mandrill (testés parmi 21 espèces de primates), il existe un facteur trypanocide vis à vis de *T.b.gambiense*, qui est une lipoprotéine de haute densité. Il est suggéré que ce facteur est présent chez les primates vivants au sol dans les zones endémiques par rapport aux singes arboricoles. Toutefois dans les deux cas, les primates sont peu ou pas piqués par les tsé-tsé (attractivité?) (Seed et al., 1990).

Le taux d'infection dans le labre et l'hypopharynx de *G.m. centralis* infectée à l'état ténérail par *T. vivax* est plus faible lorsque l'infection est acquise sur buffle et Ndama que sur zébu Boran (Moloo et al., 1993).

Les inter-relations "mammifère-trypanosome" seraient-elles plus déterminantes que celles "glossine-trypanosome" dans l'épidémiologie de la maladie?

. Niveau de surveillance (dépistage) et de traitement des hôtes :

- * chez l'homme : le dépistage régulier dans les zones sensibles (foyers) soustrait les glossines à des repas infectants et constitue la base de la lutte (*T.b. gambiense*)

- * chez les animaux :

- élevage extensif : pas de dépistage ; traitements curatifs à la demande.

- élevage intensif : surveillance régulière associée à une chimiothérapie et à une chimioprophylaxie.

3.4.2.2. liés aux conditions climatiques générales

. **savanes** : Les conditions climatiques modulent la densité, la longévité et la dispersion des glossines, donc les chances de contact.

- * saison des pluies : la température et l'humidité relative sont optimales pour la vie des glossines d'où une augmentation des densités et un accroissement de la dispersion favorables à une forte transmission

- * saison sèche-chaude :

- raccourcissement du cycle du trypanosome.

- réduction de la longévité et de la dispersion ; effet de concentration : accroissement ponctuel du contact glossines/hôtes (animaux ou hommes). Mais il y a des possibilités de déplacements brutaux de glossines par bonds : 22km/5 j *G. palpalis* , 17km/3 j *G. tachinoides* (Cuisance et al. 1983).

* saison sèche-froide :

- rallongement du cycle du trypanosome
- activité réduite des glossines

Ces facteurs entraînent une plus faible transmission

. forêt : Les conditions sont plus stables et monotones et la transmission assez constante.

3.4.2.3. liés à la température en particulier

Facteur extrinsèque important dans l'établissement des niveaux d'infection chez la glossine (Ford et al., 1961), les hautes températures entraînent des taux d'infestation plus élevés chez les glossines (au moins au laboratoire). La pupaison à des températures élevées donnera des glossines qui, après infestation, auront :

- un taux d'infestation plus élevé,
- des trypanosomes plus précocément infectants.

La pupaison à une température inférieure de 3° à un lot-témoin réduit le nombre de R.L.O. chez l'adulte qui va éclore, diminuant sa réceptivité à une infection à *T. congolense* (Welburn et al., 1990).

3.4.2.4. liés aux activités de l'homme

Les modifications des zones de contact homme/glossine par la déforestation, l'agriculture, l'élevage, la destruction de la faune, les feux ... sont de plus en plus importants :

- + maladies des plantations (caféiers > cacaoyers).
- + maladies des points d'eau : gué, ponts, abreuvoirs, trous d'eau ...
- + maladie de la mobilité et du déplacement
- + élevage de cochons : augmentation de la densité des glossines ; rôle "d'écrans".

Mais un des facteurs essentiels est l'accroissement rapide de la population humaine créant des facteurs favorables ou défavorables à la mouche (Jordan, 1990).

3.4.2.5. liés aux comportements de l'homme (spatial et social) :

La durée de temps passée par les Baoulés et les Mossis dans les plantations de café et cacao est la même, or le contact homme/glossine est différent (Hervouët en Côte d'Ivoire) :

- + Baoulés : vivent en bordure de leurs champs ; faibles distances à parcourir, paysages homogènes avec peu de lisières ; milieu socialement clos d'où faible brassage d'individus : "piégeage" du trypanosome dans un espace physique et humain limité.

+ Mossis : éparpillement des plantations ; grandes distances à parcourir, mobilité à travers de nombreux écotones. Communication sociale importante (entraide, fêtes ...) avec fréquentation de sentiers à usage collectif, d'où fort brassage de population : circulation facile du trypanosome dans un espace physique et social ouvert.

3.4.2.6. liés aux activités du bétail : système d'exploitation.

- + sédentaire : abreuvoirs ; ranch ; zones pastorales
- + nomade : traversée des rivières
traversée des parcs ou zones cynégétiques (l'éleveur traversera la nuit !)

3.4.2.7. liés à l'abondance relative de la faune sauvage et domestique et à son rôle de réservoir

Celle-ci joue un rôle important d'hôtes nourriciers des glossines et, pour une grande partie des trypanosomes pathogènes, un rôle de réservoir (cf. précédemment phacochères, guibs, porcs chiens, ovins).

+ *G. morsitans* : glossines liées à la faune ce qui explique leur raréfaction après la panzootie de peste bovine en 1895-96 qui avait décimé la faune sur le Zambèze et le Limpopo ; l'abattage du gibier a été une méthode de lutte appliquée autrefois. La raréfaction actuelle de la grande faune sauvage de mammifères est un des facteurs -clés du recul de G.m.submorsitans en Afrique occidentale et centrale.

+ l'importance du rôle joué est fonction des degrés de zoophilie et d'anthropophilie de chaque espèce de glossines, mais certaines sont opportunistes et s'adaptent aux changements d'environnement occasionnés par l'homme, en particulier celles du groupe *palpalis*(ex. : *G. f. fuscipes*, *G. tachinoides*).

+ 15,3% d'animaux sauvages sont trouvés positifs au ranch de gibier de Nazinga (Burkina-Faso) : surtout guib, rédunca et hippotrague (Mattioli R. et al. 1990). 13,92 % sont positifs dans la Réserve de la Pendjari au Bénin et la prévalence sérologique indique que le cob de Buffon et le lion seraient des réservoirs de *T.b. gambiense* (Guedegbe B. et al., 1992).

+

+ rôle des caractéristiques biochimiques du sang de l'hôte: espèces et types de trypanosomes liés à certaines espèces de mammifères.

3.4.2.8. liés à l'application d'insecticides

Les pyréthrinoides sembleraient empêcher les trypanosomes de se fixer sous forme de "rosettes" dans le labre (Nitcheman, 1990) (cf. précédemment).

3.4.3. Le risque trypanosomien : essai d'évaluation

Il est la conjonction de tous les facteurs précédents, mais nombre d'entre eux sont mal connus ou non quantifiables.

Plus le nombre de piqûres augmente, plus le risque croît. Il dépend donc de la densité des glossines mais aussi de leur taux d'infestation et de leurs préférences trophiques.

Dans le cadre du réseau africain d'étude du bétail trypanotolérant, l'I.L.R.A.D. (International Laboratory for Research on Animal Diseases) évalue la pression trypanosomienne comme le produit de 3 facteurs relativement quantifiables sur le terrain, appelé "Indice de pression glossinienne" ou "risque" (Leak S. et al., 1986) :

- densité relative des glossines : captures journalières par piège (5 à 10 j/mois)
- taux d'infection des glossines : dissection trompe, mésogastre, glandes salivaires : identification des trypanosomes.
- proportion de repas de sang pris par les glossines sur le bétail, la faune, l'homme.

Il faut y rajouter d'autres paramètres: âge des glossines, durée de vie des vecteurs, fréquence des piqûres (cycle trophique), pourcentage de glossines infectantes, pourcentage d'animaux infectés, durée de la parasitémie chez les hôtes, probabilité pour une glossine de piquer un homme, un animal domestique ou un animal sauvage, etc (Rogers D., 1980; Milligan P., 1988; Habtemariam T., 1988), que l'on cherche actuellement à modéliser.

Pour la maladie du sommeil en Côte d'Ivoire dont le vecteur est *G.palpalis*, Laveissière et al (1994) proposent un index de risque épidémiologique basé sur 3 paramètres:

- densité apparente des mouches ténérales (celles qui peuvent s'infecter)
- longévité de la population évaluée par le taux de survie journalier (il est proportionnel à la fraction de glossines vivant jusqu'à 20 j. qui est la durée d'achèvement du cycle de *T.b. gambiense* et à la durée moyenne de vie restante après 20 j.)
- contact homme/glossine (repas pris sur l'homme).

$$r = \frac{(t+1)^{1,23} \times n^2 \times c^{0,46}}{p^{3,69}} \times \frac{-(Dsr)^{20}}{\log(Dsr)}$$

t = taille de la population ténérale; n = nombre de repas de sang humain dans la capture C; p = nombre de pièges;

j = nombre de jours de capture; Dsr = taux de survie journalier.

Cet index semble bien correspondre aux prévalences de la maladie sur le terrain (Laveissière et al., 1994).

Au Kenya, il a été estimé que chaque bovin reçoit un inoculum infectant de *T.congolense* tous les 5,8 j. et un inoculum de *T.vivax* tous les 3,2 j. (ICIPE, 1994).

Pour les bovins, la relation entre densités des glossines et le risque trypanosomien semble linéaire (Jordan, 1994). Ce ne serait pas le cas pour la maladie du sommeil, du moins en Afrique occidentale (Laveissière, com.pers.).

Actuellement, les techniques de détection et d'identification des trypanosomes par les techniques ELISA-captures d'antigènes, les sondes génomiques et la P.C.R. vont permettre de mieux évaluer les prévalences chez la glossine et chez les mammifères et donc de mieux quantifier le "risque".

4. EPIDEMIOLOGIE DES TRYPANOSOMOSES AFRICAINES

- transmission mécanique : importante chez les animaux ; rare chez l'homme ? par tabanides, stomoxes, glossines, moustiques, hippobosques et autres ?.
- transmission cyclique par les glossines.: la plus classique et importante en Afrique .

4.1. Chez l'homme

4.1.1. *T.b.gambiense*

- cycle classique : homme - glossines - homme, tant en zone endémique qu'en zone épidémique.
- . l'homme est probablement le principal réservoir au stade précoce de la maladie (qui peut durer plusieurs années). Les trypanosomes sont présents dans le sang de l'homme qui ne se sent encore pas malade, donc activité normale avec des trypanosomes disponibles pour la glossine.
- . transmission :
 - en zone de savane : surtout en fin de saison sèche et chaude : points d'eau (pêche, culture, "rouissage" du manioc, baignade ...) : l'homme fait fuir les animaux et se fait piquer à leur place ;
 - en forêt : zone de contact beaucoup plus vaste et en toutes saisons, mais surtout zones anthropisées : maladies des plantations, des points d'eau, des lisières, des galeries ; caféières > cacaoyères (type de végétation, durée de travail).

- cycles probables : des parasites ayant le même zymodème et le même nucléodème que *T. b. gambiense* ont été isolés chez des animaux domestiques (porcs, bovins, ovins, chiens) et chez des antilopes (cob de Buffon, bubale, guib, céphalophe), or les formes sanguicoles peuvent persister plusieurs mois chez ces animaux. Un

Actuellement, il n'est pas possible d'identifier la source exacte de l'infestation humaine à partir d'animaux, ni l'importance épidémiologique de ce "réservoir" animal. Il pourrait y avoir 3 cycles s'inter-connectant à des degrés divers selon les écosystèmes considérés:

- homme - glossine - animaux sauvages (savanes, forêts)
- homme - glossine - animaux domestiques (gîtes péri-domestiques)
- homme - glossine - homme (classique)

Lors d'épidémies récentes, on a constaté un grand nombre de types biochimiques différents de trypanosomes. Les "flambées épidémiques" des foyers historiques de maladie du sommeil correspondent peut-être à l'émergence de formes différentes du parasite importées de l'extérieur ou de transformations génétiques du parasite local.

4.1.2. *T.b. rhodesiense* : anthroponose

- Cycle endémique : animaux sauvages - glossines - homme
 - + contamination de l'homme par des glossines savanicoles (*G. morsitans*, *G. pallidipes*, *G. swynnertoni*) qui se nourrissent surtout sur les animaux sauvages (guib, girafe, bubale, hippopotame, redunca, cob de fassa, phacochère, hyène, lion). Le guib est probablement un hôte épidémiologiquement important car il vit à proximité de l'homme : intermédiaire entre le cycle "sauvage" et le cycle "domestique".
 - + caractères de la trypanosomose endémique à *T.b. rhodesiense* : sporadique dans le temps, distribution discontinue (locale) dans l'espace. Elle frappe les hommes adultes, surtout ceux qui entrent en contact avec la faune (forestiers, gardes, chasseurs, collecteurs de miel, touristes ...). L'évolution aiguë empêche l'homme d'être un réservoir important.
- Cycle épidémique :
 - (homme - glossines - homme)
 - (animaux domestiques - glossines - homme)
 - + contamination de l'homme par des glossines ripicoles (*G. fuscipes*) ou/et des glossines savanicoles (*G. morsitans*) à partir d'animaux domestiques (porcs, bovins, ovins, caprins, chiens), source active et permanente de parasite infectieux pour l'homme. Chez le chien, *T.b.*

rhodesiense est très virulent provoquant sa disparition ; mais il est peu piqué par *G.f. fuscipes* , d'où son faible rôle de réservoir.

+ caractères de la maladie : "flambées". Hommes, femmes et enfants sont touchés ; évolution aiguë.

+ introduction de nouveaux parasites dans les régions d'épidémie ou transformation génétique du parasite qui circulait autrefois ? Rôle des modifications de la distribution des glossines : d'un côté installation de *G.f. fuscipes* à proximité des villages dans les bosquets de Lantana camara (gîtes péri-domestiques) ; d'un autre côté, la raréfaction de la faune sauvage incite *G. morsitans* à piquer davantage l'homme.

+ points de contamination :

- endémie -> pas de lieux bien définis.
- épidémie -> rives du lac Victoria (pêcheurs) en Ouganda, plantations, villages.⁴

Mais il demeure de nombreuses inconnues pour mieux comprendre l'apparition ou la réactivation de "foyers".

- la durée de la parasitémie chez l'homme
- les taux d'infestation et leurs fluctuations chez la glossine
- les modalités de maturation des trypanosomes chez la glossine
- les étapes du cycle ou des cycles, etc...

Enigme : taux d'infection très bas chez les glossines dans des foyers actifs de trypanosomose.

Il ne faut pas oublier que les glossines constituent un vecteur mais aussi un réservoir des trypanosomes :

- elles ont une assez grande longueur de vie,
- les parasites se multiplient dans l'intestin et dans les glandes salivaires,
- elles demeurent infectantes toute leur vie lorsque la maturation des trypanosomes est acquise.

⁴ Endémie = le nombre de cas reste uniformément faible pendant une longue période
Epidémie = augmentation brutale du nombre de cas dans les limites d'un foyer

4.2. Chez les animaux

→ bétail - glossine - bétail

→ faune - glossine - faune ; faune - glossine - bétail.

L'épizootologie de la trypanosomose est fortement compliquée par le fait que la maladie implique régulièrement le bétail mais aussi la faune de mammifères sauvages qui constitue un réservoir immense, varié et incontrôlable des 3 principaux trypanosomes (*T. vivax*, *T. congolense*, *T. brucei*).

4.2.1. Le réservoir "faune sauvage" a eu une importance considérable dans le passé lorsque la faune était luxuriante. Sa raréfaction lors de la vaste épizootie de peste bovine en Afrique orientale et australe en 1895 - 96 a montré son rôle important puisque les trypanosomoses animales ont considérablement régressé, voire disparu à ce moment. Avant la découverte de méthodes appropriées de lutte, la suppression des réservoirs sauvages de trypanosomes animaux a été appliquée avec succès en Rhodésie (1919-23) et en Ouganda (1940) en particulier vis à vis des 4 hôtes nourriciers principaux de *G. pallidipes* et de *G.m. morsitans* (phacochères, céphalophes, guibs, koudous).

Actuellement, la faune est en régression dramatique presque partout en Afrique, ce qui occasionne dans certaines situations une réorientation des préférences trophiques des glossines vers le bétail et vers l'homme, seuls hôtes disponibles. Ceci peut provoquer alors de fortes modifications des densités et de la distribution des glossines, parfois un accroissement important de leur densité au point de rendre l'élevage impossible dans certaines zones.

Les parcs et réserves de faune sont des zones sensibles dans les campagnes de lutte car :

- d'une part, il y a nécessité absolue de protéger un précieux patrimoine animal (grands mammifères en particulier) ;
- d'autre part, ces zones abritent et entretiennent de fortes populations de glossines et de trypanosomes, sources de réinfestations permanentes.

Des sondages faits dans le parc national de la Comoé en Côte d'Ivoire montrent que sur 82 animaux prélevés (3 éléphants, 53 buffles, 12 hippotragues, 9 bubales, 19 waterbucks, 61 cobs de Buffon, 6 phacochères), 20 % sont positifs par examen direct des frottis de sang, 50 % par ELISA et 80 % par mise en culture du sang sur milieu KIVI (Komoin et al., 1994).

4.2.2. Le bétail trypanotolérant (bovins, ovins, caprins, porçins, etc)

La trypanotolérance est le caractère de certaines races à survivre, se développer et produire dans un milieu infesté de glossines ou "état de prémunition dynamique de certaines espèces ou races animales pouvant être infectées par des trypanosomes pathogènes sans en souffrir" (S.M. Touré, 1977).

Il dépend de caractères apparemment liés mais dont le contrôle génétique serait indépendant :

- aptitude à contrôler la parasitémie,
- aptitude à contrôler l'anémie,
- aptitude à développer une réponse immunitaire efficace (Murray, 1988)

- aptitude à s'adapter au milieu (utilisation des aliments, thermorésistance, faculté de conserver l'eau).

Cette trypanotolérance peut être affectée notamment par les infections antérieures ou intercurrentes, les agressions (alimentation, travail, état physiologique -> sevrage, parturition, lactation), l'intensité du "risque trypanosomien" et la virulence des souches de trypanosomes. 10 millions de bovins sont trypanotolérants sur les 188 millions, soit environ 5%. Ce sont des taurins de race Ndama, Baoulés, Muturu, Lagunes, etc... D'autres animaux domestiques sont également "trypanotolérants" : moutons Djallonké, chèvre naine du Sénégal, poney Kirdi, etc...

Ces animaux se comportent sur le plan épizootologique comme la faune sauvage, pouvant constituer des réservoirs de trypanosomes.

Par contre, les zébus et la plupart des ovins, caprins et équins sahéliens sont sensibles à la trypanosomose et en meurent (animaux trypanosensibles)..

4.2.3. Plusieurs espèces de trypanosomes peuvent coexister sur le même animal sans qu'on sache quelles sont les interactions entre eux chez l'hôte et chez le vecteur. (*T. vivax*, *T. congolense*, *T. brucei*, *T. theileri* ... etc ...).

4.2.4. Grande variation dans la virulence des espèces de trypanosomes
T. vivax est considéré comme le trypanosome le plus répandu et le plus pathogène en Afrique occidentale alors que *T. congolense* est le plus important en Afrique orientale. *T. vivax* provoque une maladie hémorragique dans certaines localités du Kenya.

4.2.5. Variation dans la virulence des souches de trypanosomes

T. congolense peut entraîner des évolutions aiguës ou chroniques au niveau de localités souvent peu distantes géographiquement.

4.2.6. Problème logistique de surveillance vétérinaire du bétail : vaste dispersion ; grande mobilité, difficulté de contention.

4.2.7. Problème de sensibilité et de fiabilité des techniques de diagnostics parasitologiques ou sérologiques. Il manque un test de terrain précoce, fiable et bon marché. Tentative de mise au point actuellement : C.A.T.T. adapté aux espèces animales ; test d'agglutination au latex (Trypatex, Nantulya, 1993); ELISA/capture d'antigène, sondes ADN.adaptées au terrain).

4.2.8. Mais les produits trypanocuratifs et trypanopréventifs sont plus nombreux en médecine vétérinaire qu'en médecine humaine, d'usage simple, présentant peu de risque, efficaces et bon marché (acéturate de diminazène, isométhamidium principalement), d'où un contrôle partiel du réservoir-bétail sensible et un élevage possible "sous la seringue".

4.2.9. Grands bouleversements dans l'occupation des sols en Afrique

Du fait de l'accroissement démographique, de la sécheresse, de facteurs politiques (Tchad, Somalie, etc), des zones entières se vident et d'autres sont anthropisées très rapidement, modifiant la nature et l'intensité des contacts ente l'homme (et le bétail) et les vecteurs.

4.2.10. Les modes d'élevage :

- extensif/intensif
- nomade/villageois.

4.2.11. Epidémiologie des trypanosomoses en médecine vétérinaire

Elle est beaucoup moins tranchée que chez l'homme :

- cycle enzootique : le plus courant, le plus largement répandu.
 - + taurins en zone humide
 - + zébus en zone sahélienne avec transhumance saisonnière en saison humide
- cycle épizootique :
 - + taurins en zone humide : lorsqu'ils sont soumis à des stress et en condition de stabulation permanente près d'un gîte à glossines (galeries).
 - + zébus en ranchs ou zones pastorales ou centres d'embouche, lors de séjours prolongés en zone humide, lors de la traversée de parcs ou réserves de faunes (au moment des sécheresses).
 - + animaux de boucherie : convoyage vers les grandes villes.
 - + chevaux de selle et de bât pendant les transhumances.

4.2.12. Grande importance de la transmission mécanique en médecine vétérinaire dans les zones sahéliennes et probablement en zone humide

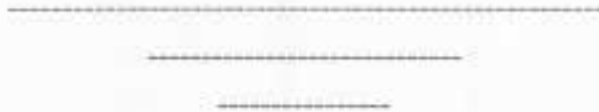
Dans toutes la zone sahélienne (où il n'y a pas de glossines), on assiste à l'apparition régulière des foyers de trypanosomoses sur le bétail (bovins, dromadaires). Ils sont très localisés ou parfois très étendus, en particulier après des périodes de pluies anormalement abondantes dans ces régions. La transmission est mécanique, provoquée par des pullulations sporadiques d'autres insectes piqueurs (tabanides, stomoxes, etc...).

En zone humide, ces mêmes insectes peuvent assurer une transmission mécanique amplifiant la transmission cyclique, au moins pour *T. vivax*.

CONCLUSION

Les glossines apparaissent comme des insectes "supérieurs" intervenant dans des cycles complexes de transmission de diverses espèces de trypanosomes pathogènes pour l'homme ou pour son bétail.

Il y a un grand paradoxe entre, d'une part la fragilité de cet insecte, son très faible potentiel reproducteur et d'autre part, sa capacité à défier l'homme dans ses tentatives d'élimination. On reste également surpris de l'évolution rapide et parfois dramatique de certains "foyers" de maladie alors que la densité de la population de glossines apparemment porteuse de trypanosomes est très basse : "fossile vivant évoluant dans un anachronisme biologique" (Mortelmans). Toutes ces énigmes génèrent de nombreuses recherches qui devraient, dans un proche avenir, nous éclairer beaucoup mieux sur l'épidémiologie des trypanosomoses qui ont des conséquences socio-économiques graves pour une très grande partie de l'Afrique humide.



Pour en savoir plus ...
Documentation sommaire à consulter

Allsopp (R.) A practical guide to aerial spraying for the control of tse-tse flies (*Glossina* spp.). Aerial spraying research and development project. Final report. Volume 2- C.E.E./N.R.I., 1990, 48p.

Challier (A.) - The ecology of Tse-Tse (*Glossina* sp.) (Diptera, Glossinidae) : a review (1970-1981). *Insect Sci. Application*, 1982, 3, 97-143

Cuisance (D.) - Le piégeage des Tsé-Tsé. Etudes et Synthèses de l'I.E.M.V.T., N°32, 1989, 172 p.

Curtis (F.E.) - Appropriate technology in Vector Control. C.R.C. Press, Inc., 1990, 233p.

F.A.O./J.N. Pollock, Manuel de lutte contre la mouche Tsé-Tsé -

- + Volume 1 : Biologie, systématique et répartition des tsé-Tsé
- + Volume 2 : Ecologie et comportement des Tsé-Tsé
- + Volume 3 : Les méthodes de lutte et leurs effets secondaires
- + Volume 4 : Utilisation de dispositifs attractifs pour l'enquête et la lutte
- + Volume 5: Insecticides for tse-tse and trypanosomiasis control using attractive bait techniques.

Frézil (J.L.) - La trypanosomiase humaine en République Populaire du Congo. *Trav. et Doc. de l'ORSTOM*, 1983, N°155.

Itard (J.) - Les glossines ou mouches tsé-tsé. Etudes et Synthèses de l'I.E.M.V.T., N°15, 1986, 155 p.

Itard (J.) - Les trypanosomoses animales africaines. in : Troncy (P.M.), Itard (J.), Morel (P.C.). Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, 1981, 717 p. (Coll. Manuels et Précis d'élevage, IEMVT, N°10).

Jordan (A.M.) - Trypanosomiasis control and African rural development. Longman ed., London, 1986, 357 p.

Laveissière (C.) - Les glossines. Guide de formation et d'information. Série lutte antivectorielle, 1988, O.M.S./W.H.O./V.B.C./88.958, 91 p.

Laveissière (C.), Hervouët (J.P.). La trypanosomiase humaine en Afrique de l'Ouest. Épidémiologie et contrôle. Editions ORSTOM, Bondy, 1991, 157 p.

Mehlitz (D.). Le réservoir animal de la maladie du sommeil à *Trypanosoma brucei gambiense*. Etudes et Synthèses de l'IEMVT, N° 18, 1986, 156p.

Mulligan (H.W.) - The African Trypanosomiasis. George Allen and Unwin Ltd, London, 1970, 950 p.

Murray (M.), Trail (J.C.M.), Turner (D.A.), Wissocq (Y.). Manuel de formation pour les activités du réseau ILCA, 1983, 221 p.

Nagel (P.) Environmental monitoring handbook for tse tse control operations. The Scientific Environmental Monitoring Group, CTA-RTTCP, 1995, 323 p.

Vale (G.). Development of baits for Tse tse Flies (Diptera: Glossinidae) in Zimbabwe. Entomological Society of America, 1993, 30 (5): 831-842.

**"Les grandes endémies parasitaires
à transmission vectorielle"**



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
d'élevage et
de médecine
vétérinaire
CIRAD-EMVT

Campus
international
de Baillarguet
Montferrier-sur-Lez

BP 5035
34032 Montpellier
Cedex 1
France

téléphone :
67 61 58 00

télécopies
Direction
67 59 37 95
Enseignement
67 59 37 97

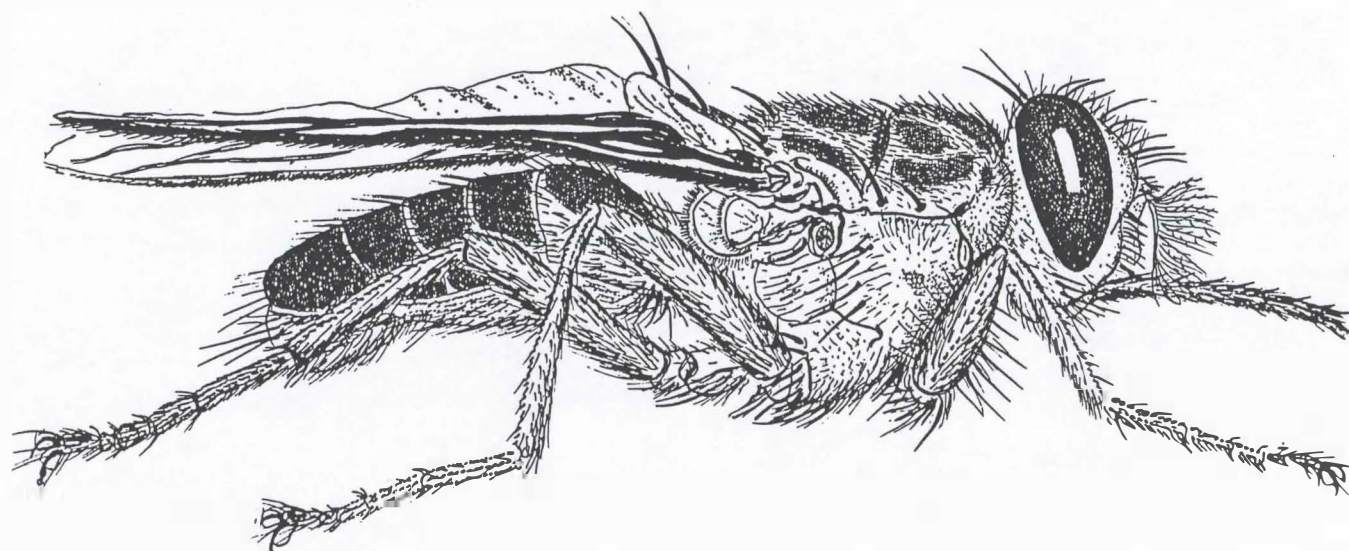
RCS Paris B
331 596 270

Glossines et trypanosomes

par

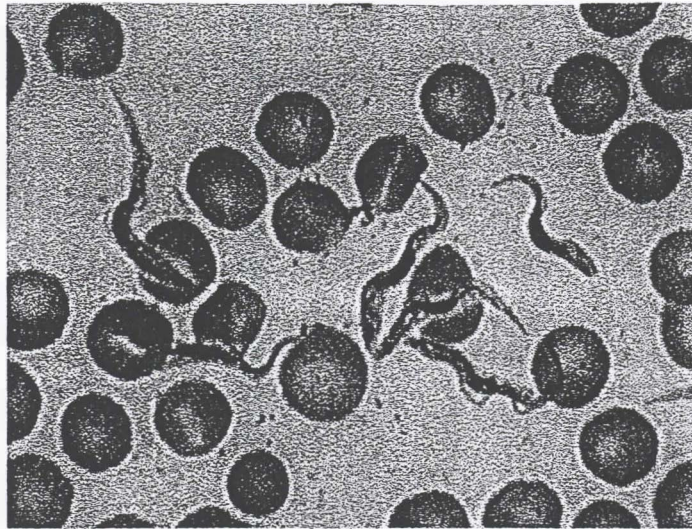
Dominique CUISANCE

Docteur Vétérinaire

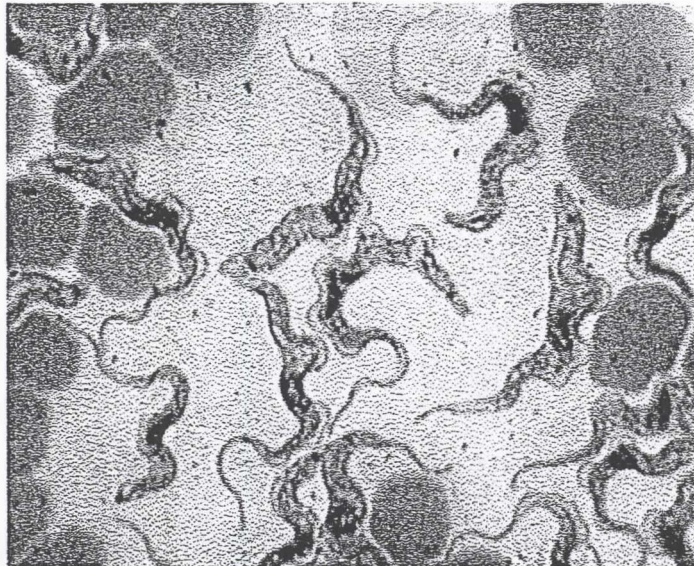


F. D'Amico

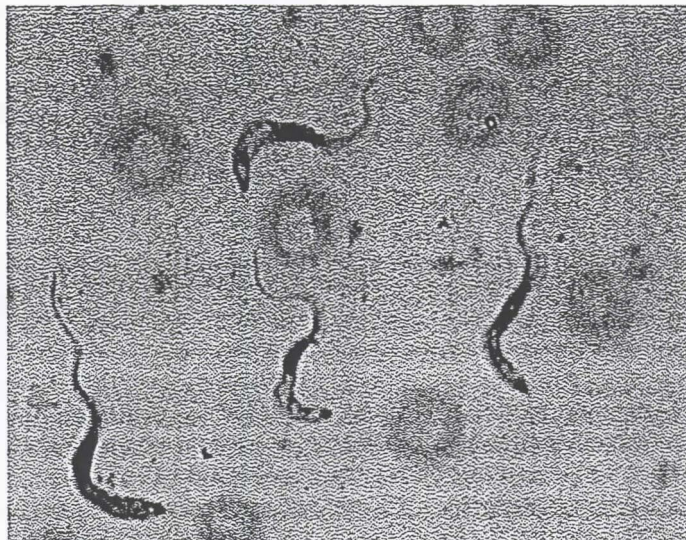
(d'après F. D'Amico, 1992)



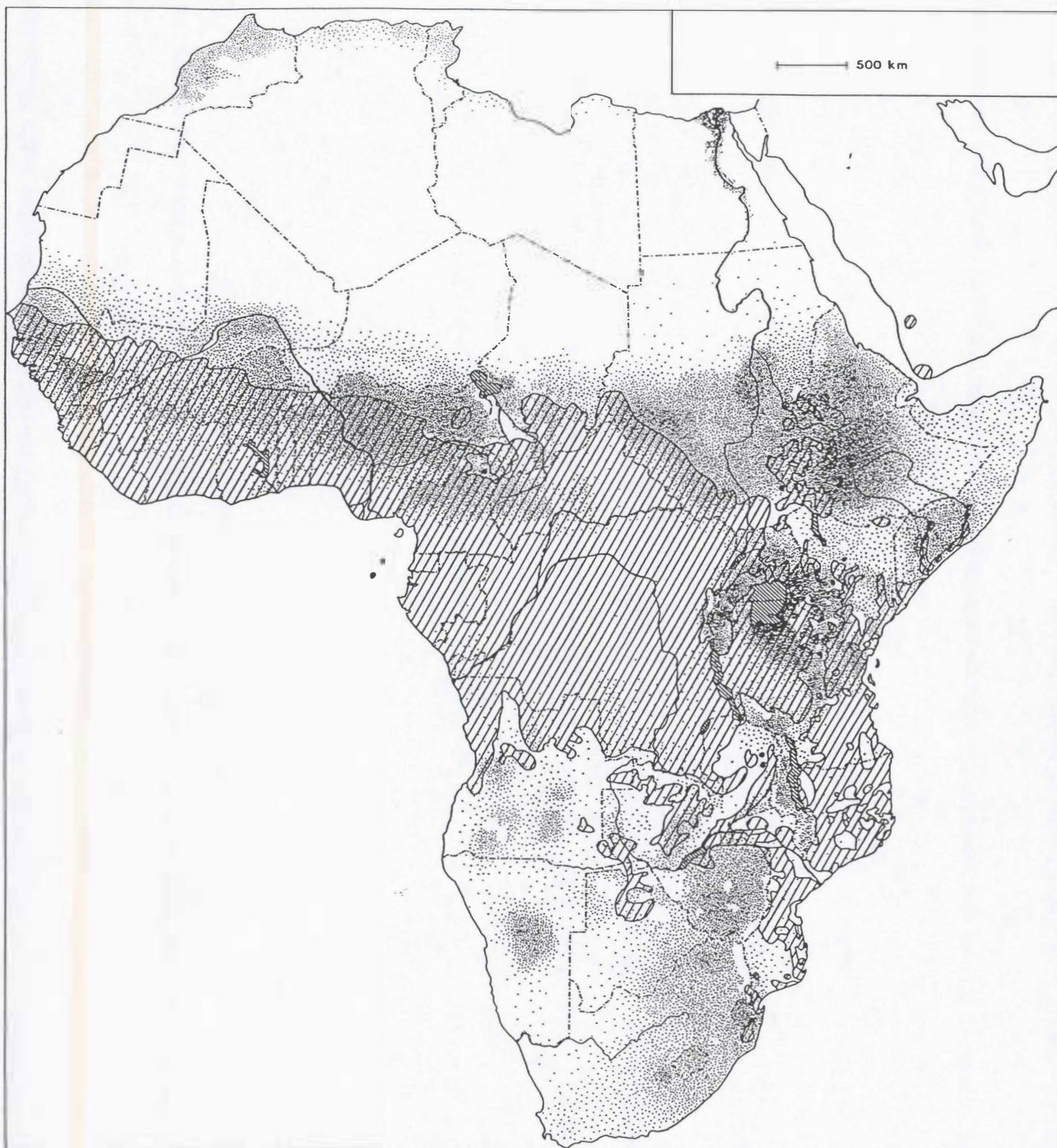
T. congolense (souche EATRO 325, sang de souris, CIRAD-ORSTOM)



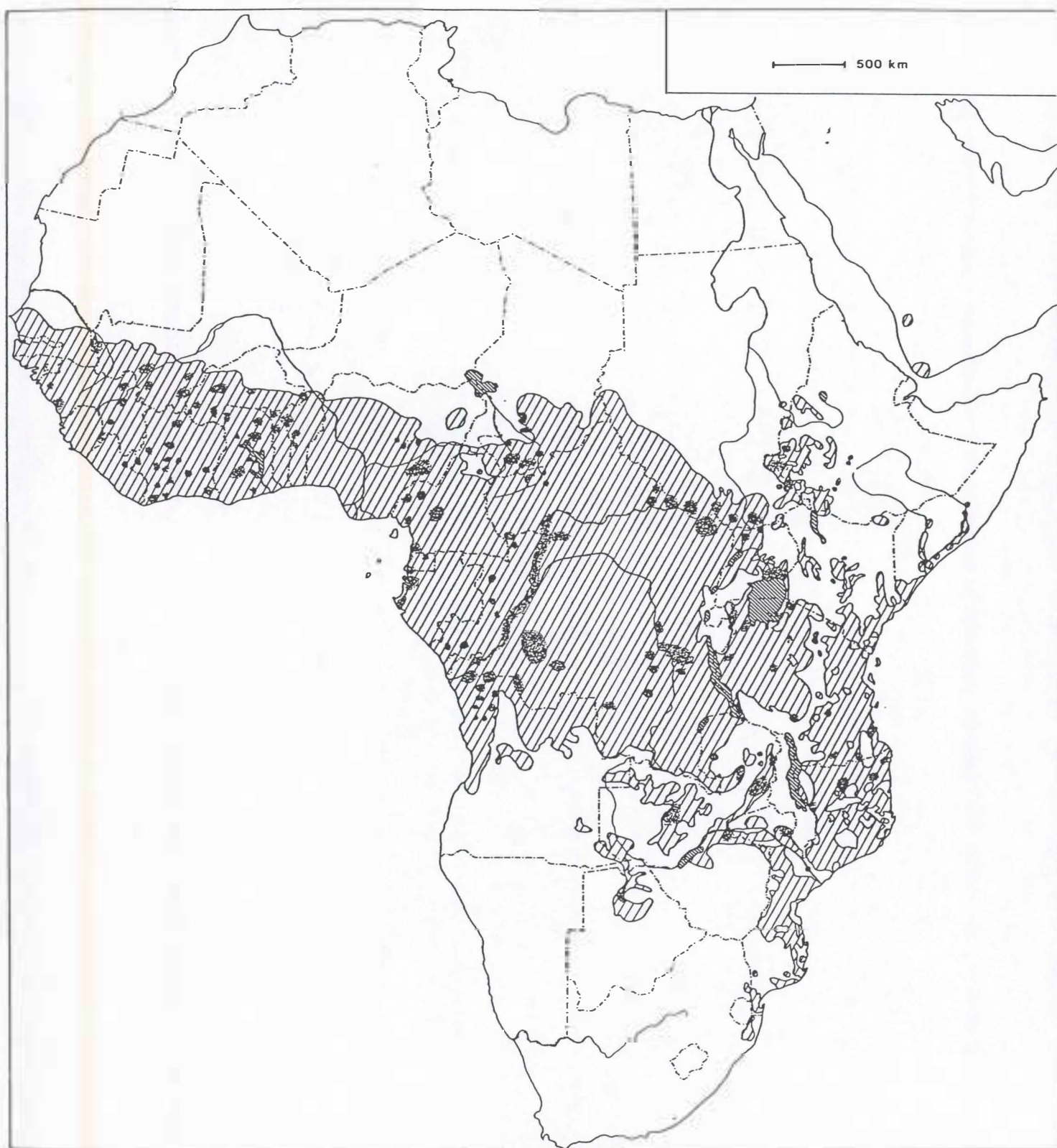
T. brucei (souche EATRO 1125, sang de souris, CIRAD-ORSTOM)



T. vivax (taurin Kouri, Lac Tchad)(D.Cuisance)



Distribution of tsetse flies and cattle in Africa. Tsetse distribution: Hatched area (after BRUNHES *et al.* 1994). Cattle distribution: Stippled area, each dot represents 5,000 heads of cattle (after ADENIJI 1988).



Distribution of tsetse flies and major foci of human sleeping sickness. Tsetse distribution: Hatched area (after BRUNHES *et al.* 1994). Major foci of human sleeping sickness: Densely stippled areas (after WHO 1986).

Pays affectés : 37

Elevage du bétail sensible est nul

Elevage du bétail trypanotolérant est possible

Elevage du bétail sensible est possible sous conditions
(faible densité de glossines, traitements
curatifs/prophylactiques).

Populations exposées

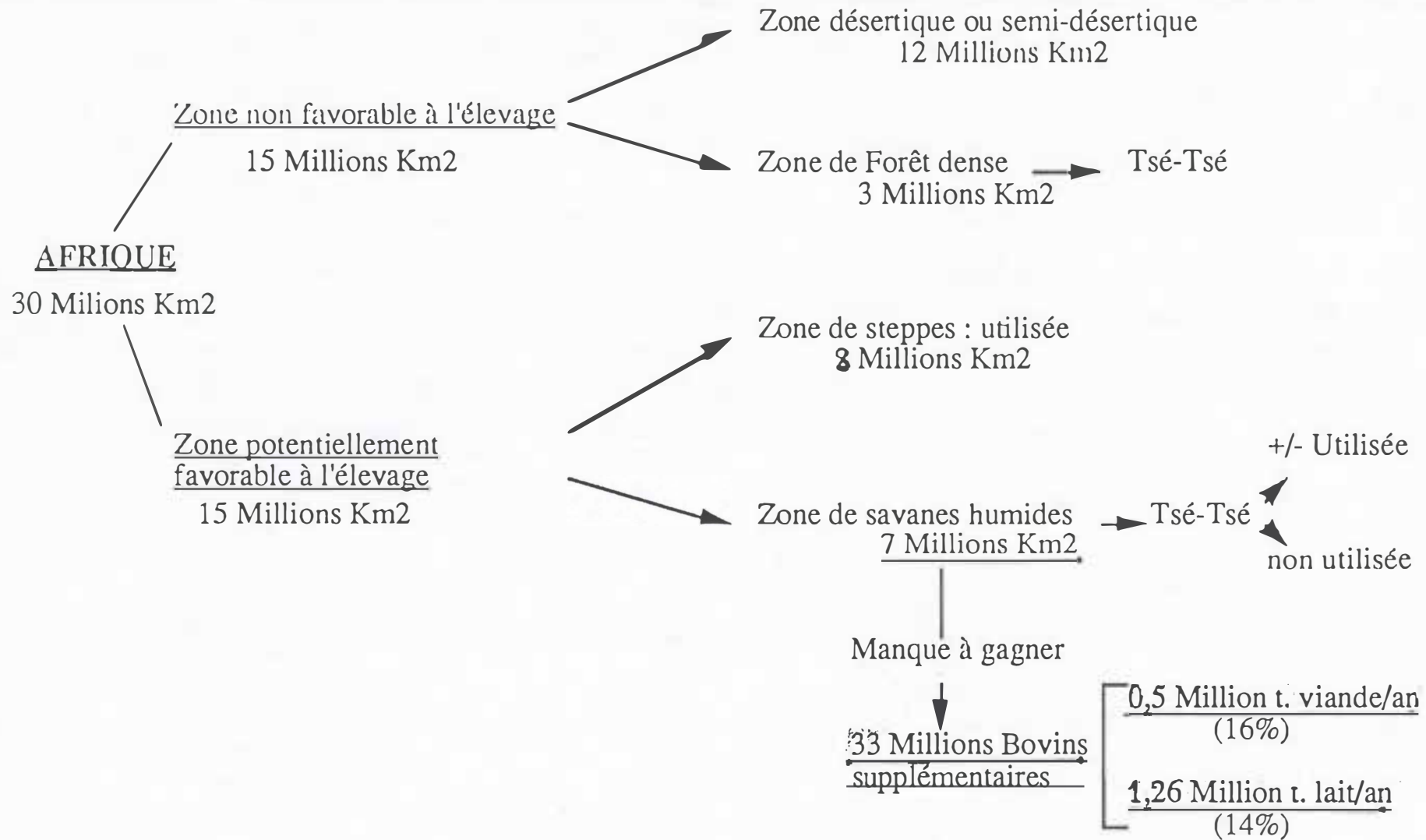
50 Millions Humains

50 Millions Bovins

30 Millions Ovins

40 Millions Caprins

PATURAGES ET TSE-TSE



PERTES DUES AUX TRYPANOSOMOSES ANIMALES

Directes :

- Mortalité : 10 à 20% chez veaux de 15 j. à 3 mois (Camus, C.I.)
- Morbidité : Amaigrissement, retard de croissance, avortement, stérilité....
- Coût du dépistage et du traitement : Personnel, médicaments, matériel, frais de fonctionnement.....
- Coût des opérations préventives : Chimio prophylaxie, lutte contre les glossines, développement du bétail trypanotolé
- Coût de la recherche : Lutte contre le vecteur, lutte contre le parasite.....

Indirectes :

- Alimentation de l'homme : Manque de viande, lait
- agriculture : Manque de bétail de trait, fumier.....
- Possibilité supprimée d'introduction de races améliorées donc d'amélioration éventuelle du bétail local.
- Concentration du bétail dans les zones indemnes : surpâturage, dégradation.....
- Empêchement de l'occupation permanente des pâturages -> transhumances -> mauvaise intégration des éleveurs.
- Importations de viande et de produits laitiers.

CROISSANCE DE LA POPULATION DE RUMINANTS ET DE LA POPULATION HUMAINE EN AFRIQUE

(1963-1988)

| | |
|------------------|--------------|
| Ruminants | 1,9 % par an |
|------------------|--------------|

| | |
|--------------|--------------|
| Homme | 2,8 % par an |
|--------------|--------------|

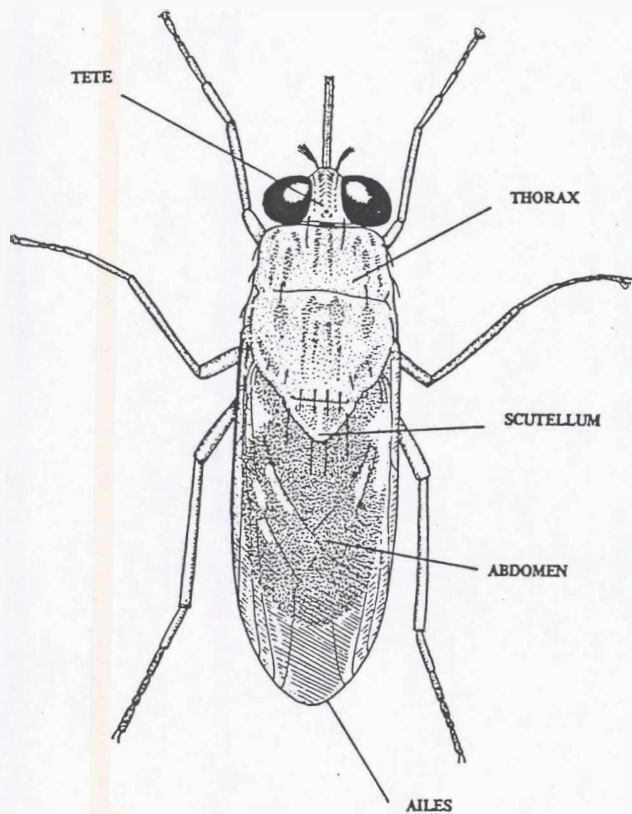
(source : CIPEA, 1984)

IMPORTATION DE BETAIL ET DE PRODUITS ANIMAUX AU SUD DU SAHARA

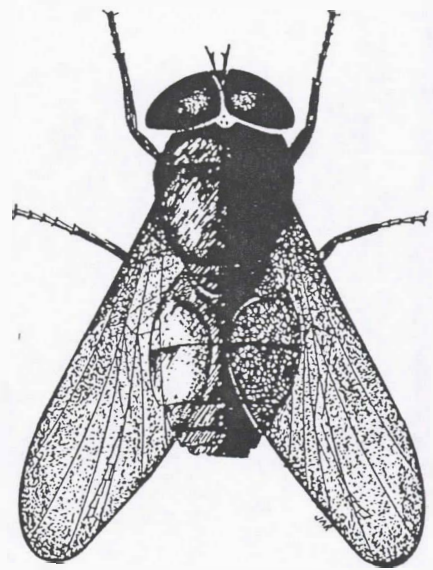
| | |
|-------------|----------------|
| 1970 | 16 Pays sur 32 |
|-------------|----------------|

| | |
|-------------|----------------|
| 1980 | 21 Pays sur 32 |
|-------------|----------------|

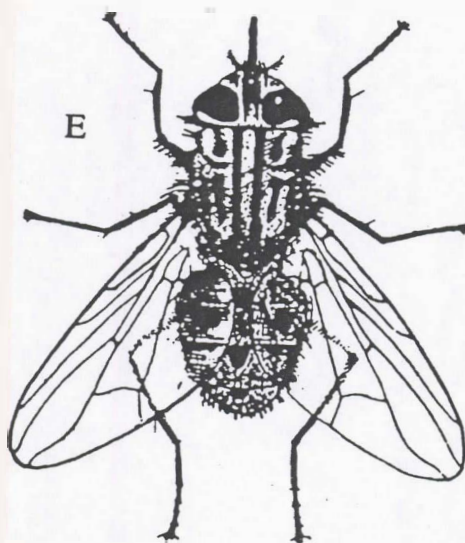
= 1,5 Milliards \$ U.S./an = 150% de l'aide étrangère
reçue ces 20 dernières années pour le secteur de
l'Elevage



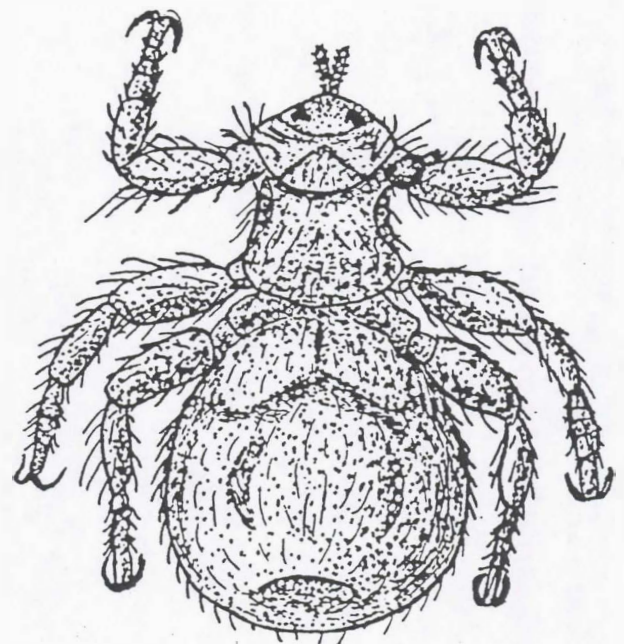
glossine



Tabanus atratus



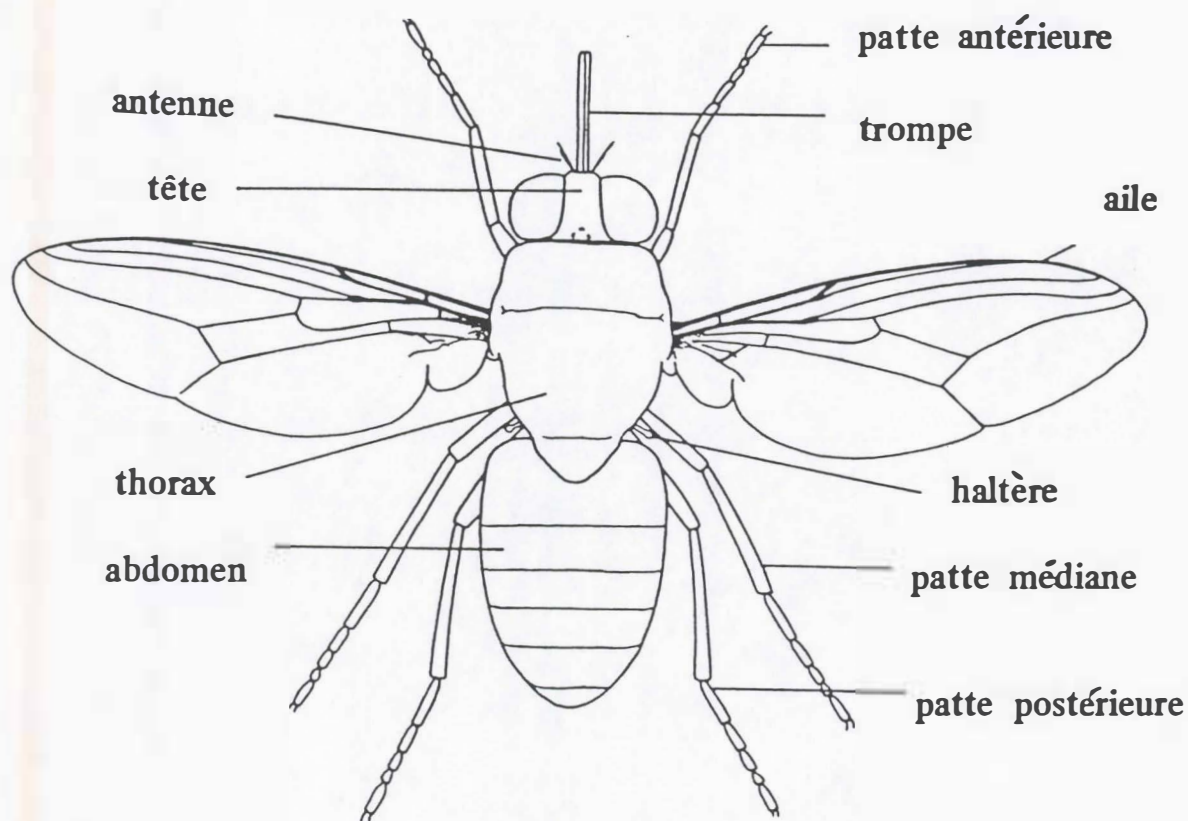
Stomoxys calcitrans.



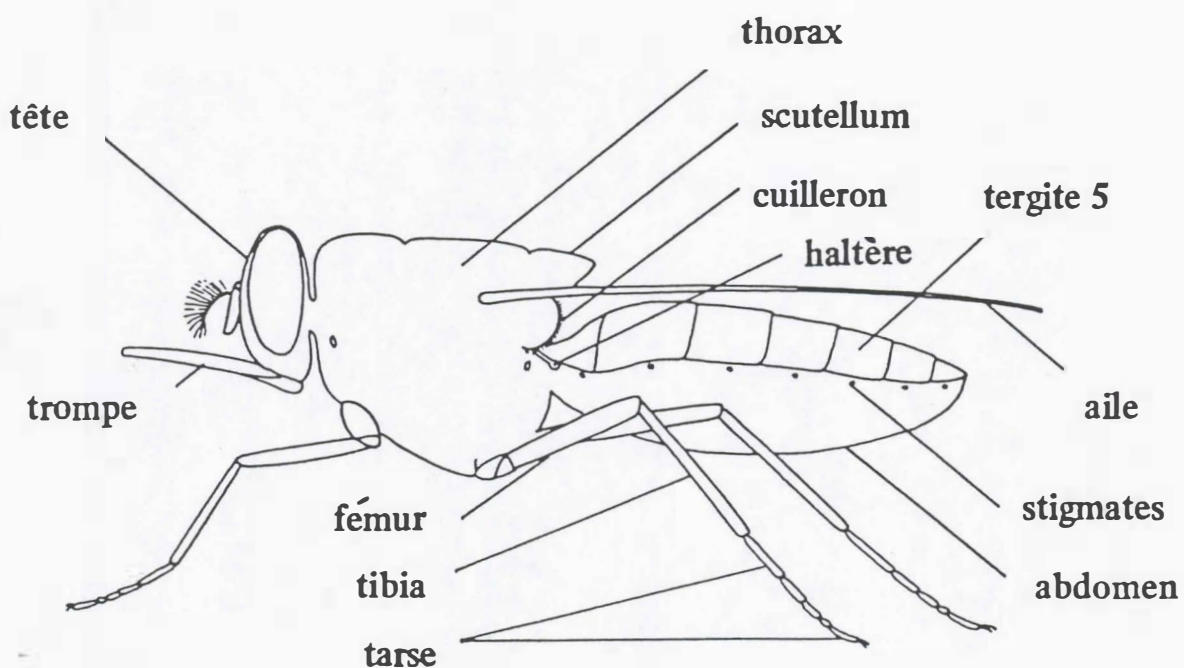
Melophagus ovinus.

Transmission des trypanosomes africains (Salivaria)

| | MECANIQUE | CYCLIQUE |
|----------------------|--------------------------------------|-----------|
| | Taôns, Stomox, autres ? glossines | Glossines |
| <i>T. evansi</i> | + + + + | |
| <i>T. vivax</i> | + + + | + + + + |
| <i>T. congolense</i> | + ? | + + + + |
| <i>T. simiae</i> | + | + + + + |
| <i>T. suis</i> | | + + + + |
| <i>T. brucei</i> | + | + + + + |



Représentation schématique d'une glossine vue par sa face dorsale, ailes écartées.



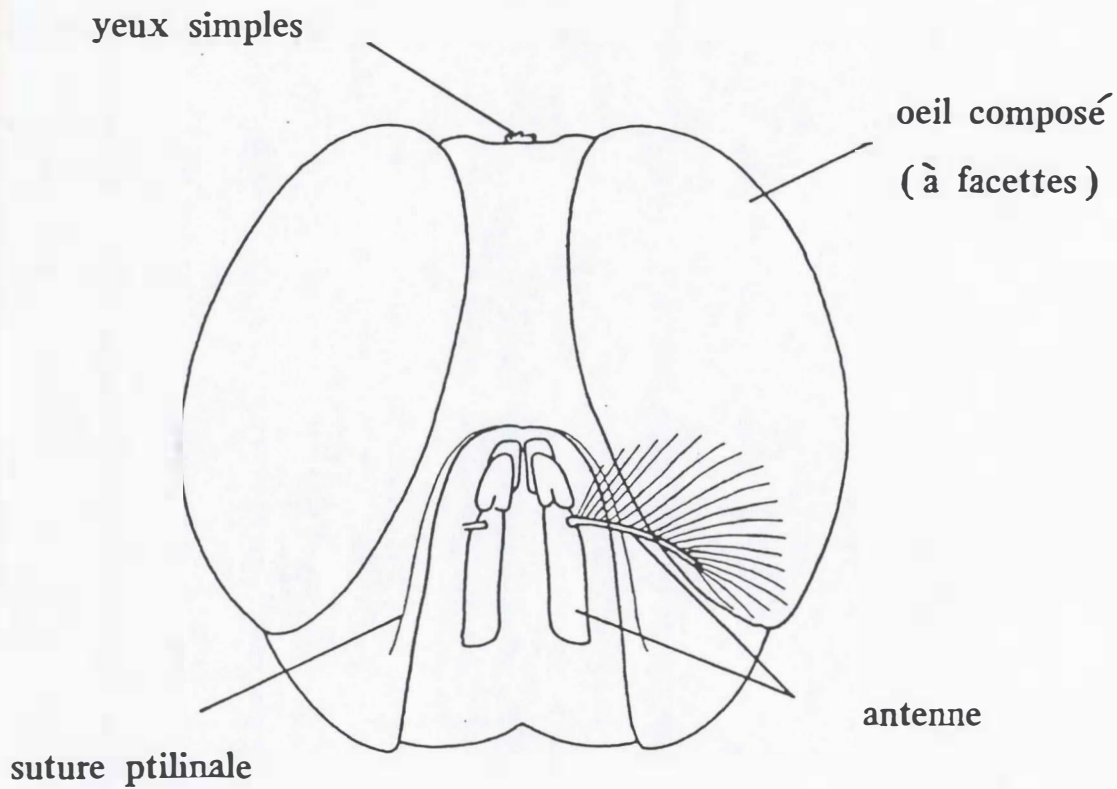
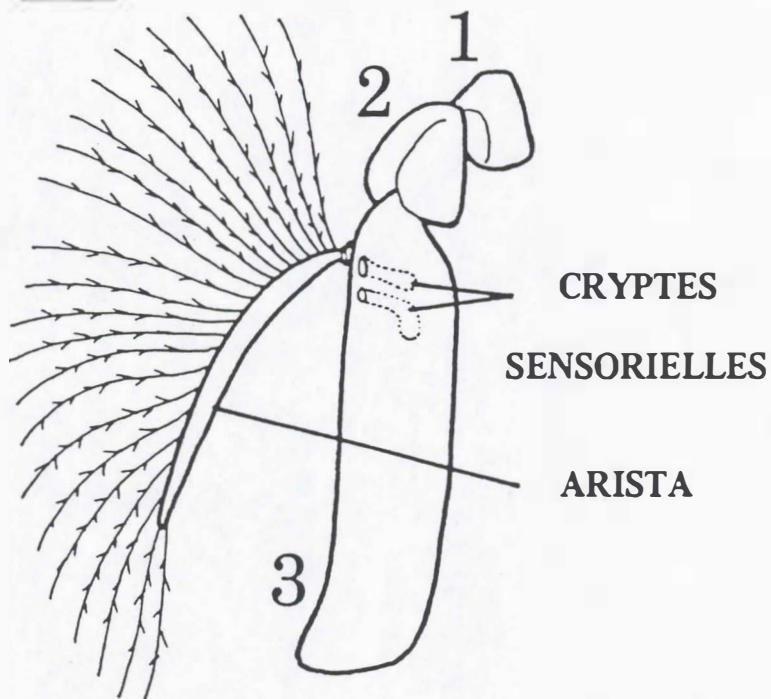
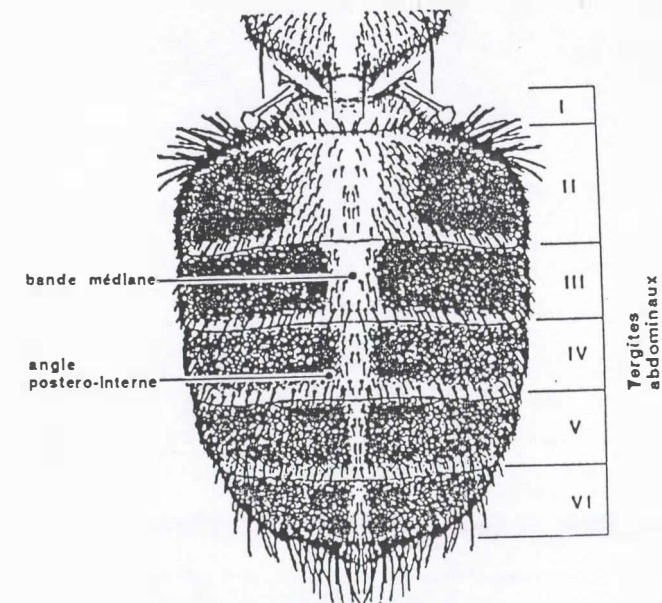
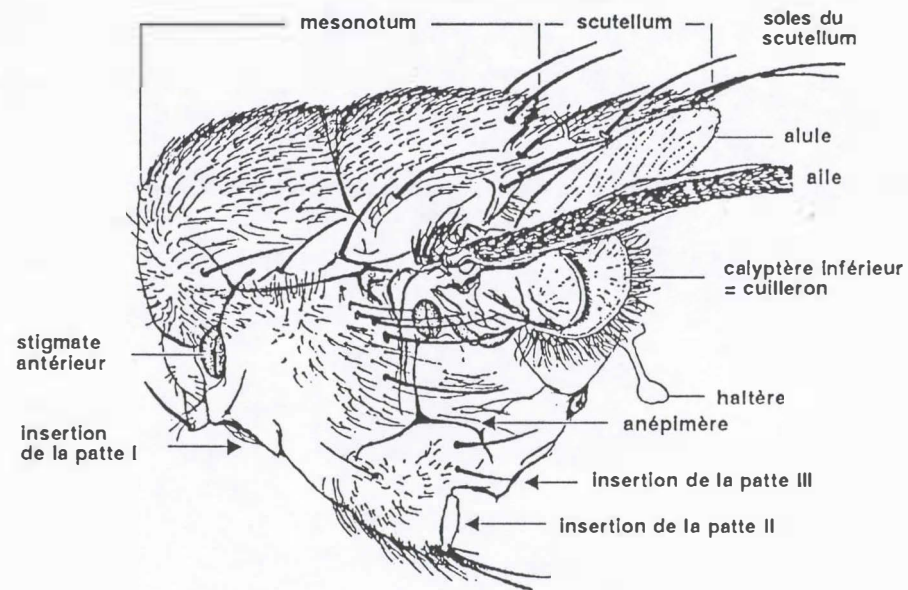
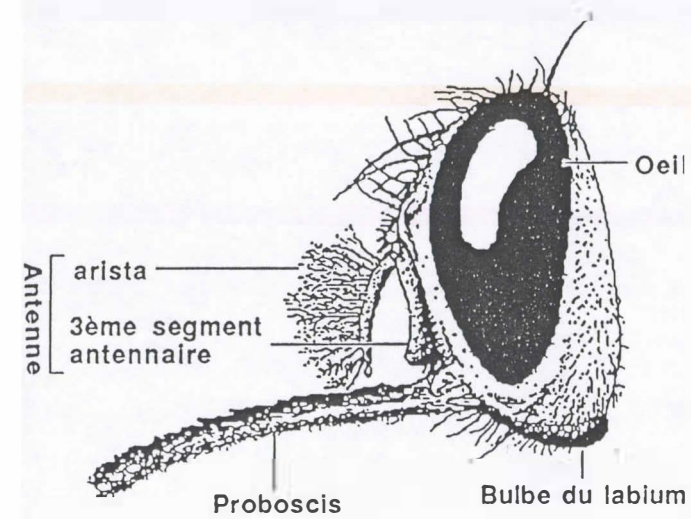


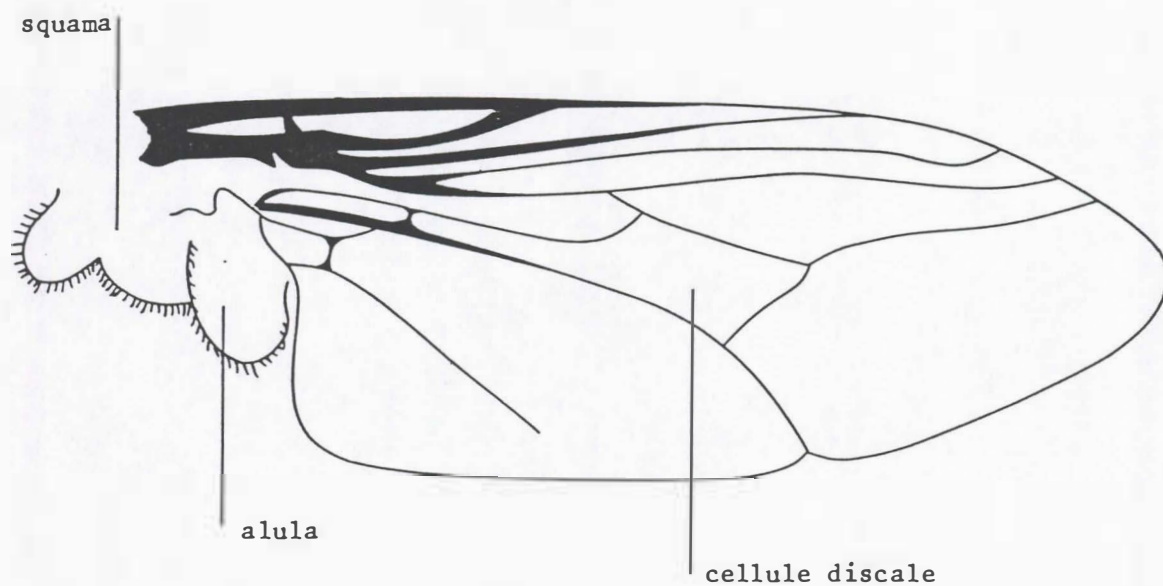
Schéma de la tête d'une glossine, vue de face.



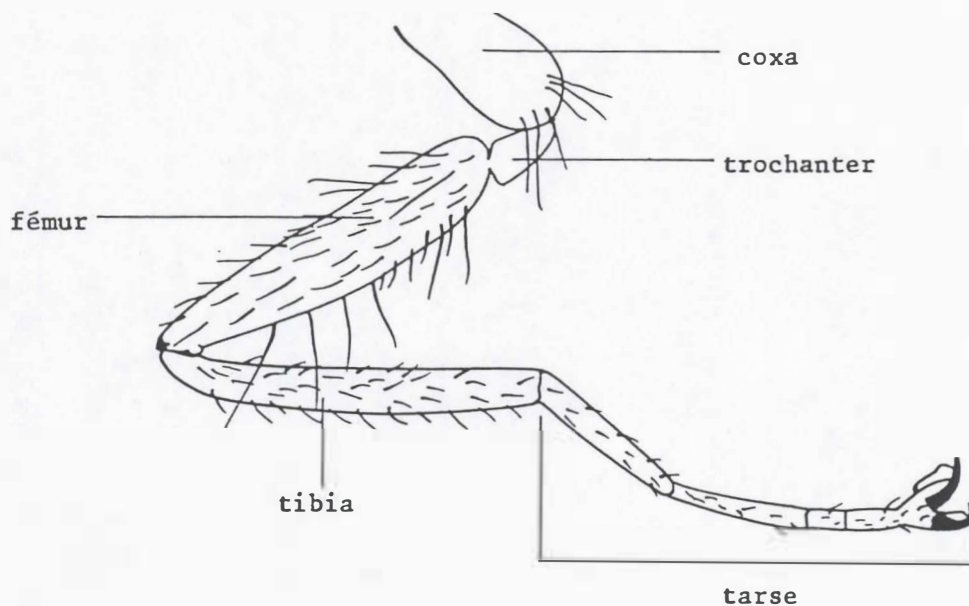
Antenne de glossine; 1, 2, 3: premier, deuxième et troisième articles de l'antenne.



Brunhes (J.), Cuisance (D.), Geoffroy (B.), Hervy (J.P.) et Lebbe (J.), 1993.- Les Glossines ou mouches tsé-tsé. Identification assistée par ordinateur. Manuel d'utilisation. Collection "Didactiques", (n° de référence en cours d'attribution), ORSTOM, Paris

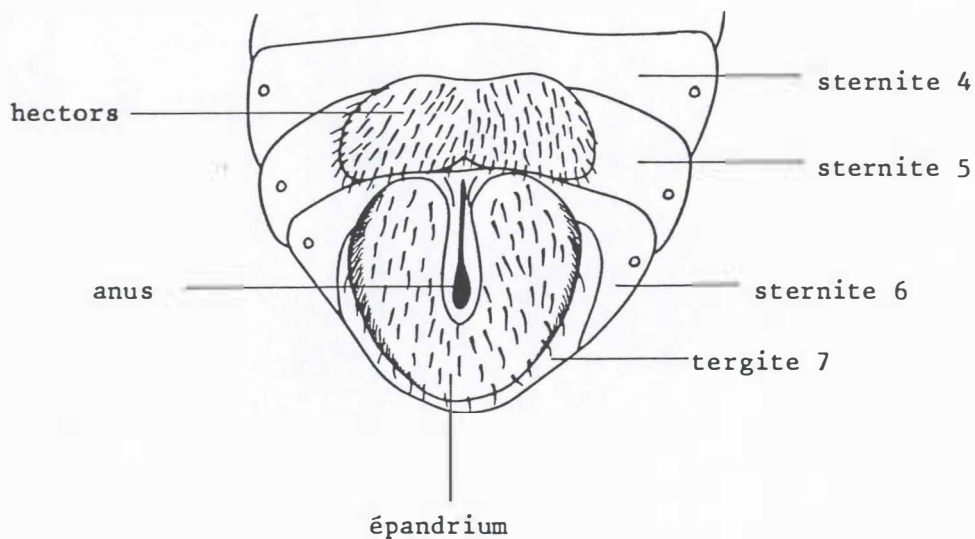


A - Aile de glossine

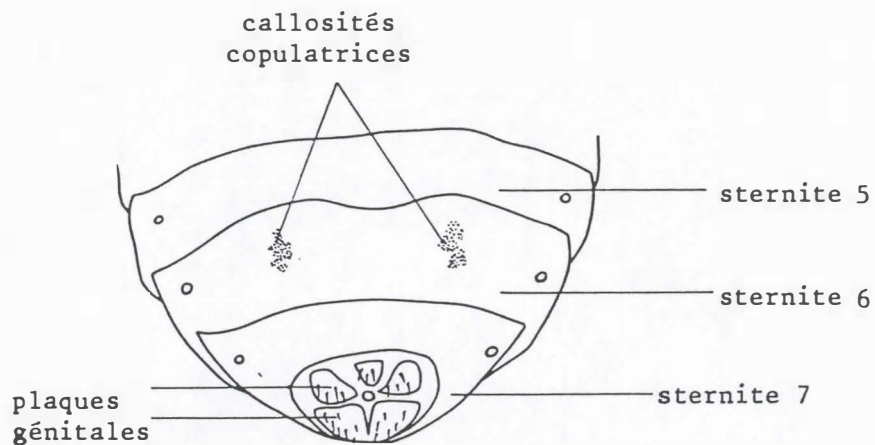


B - Patte de glossine

Aile et patte de glossine

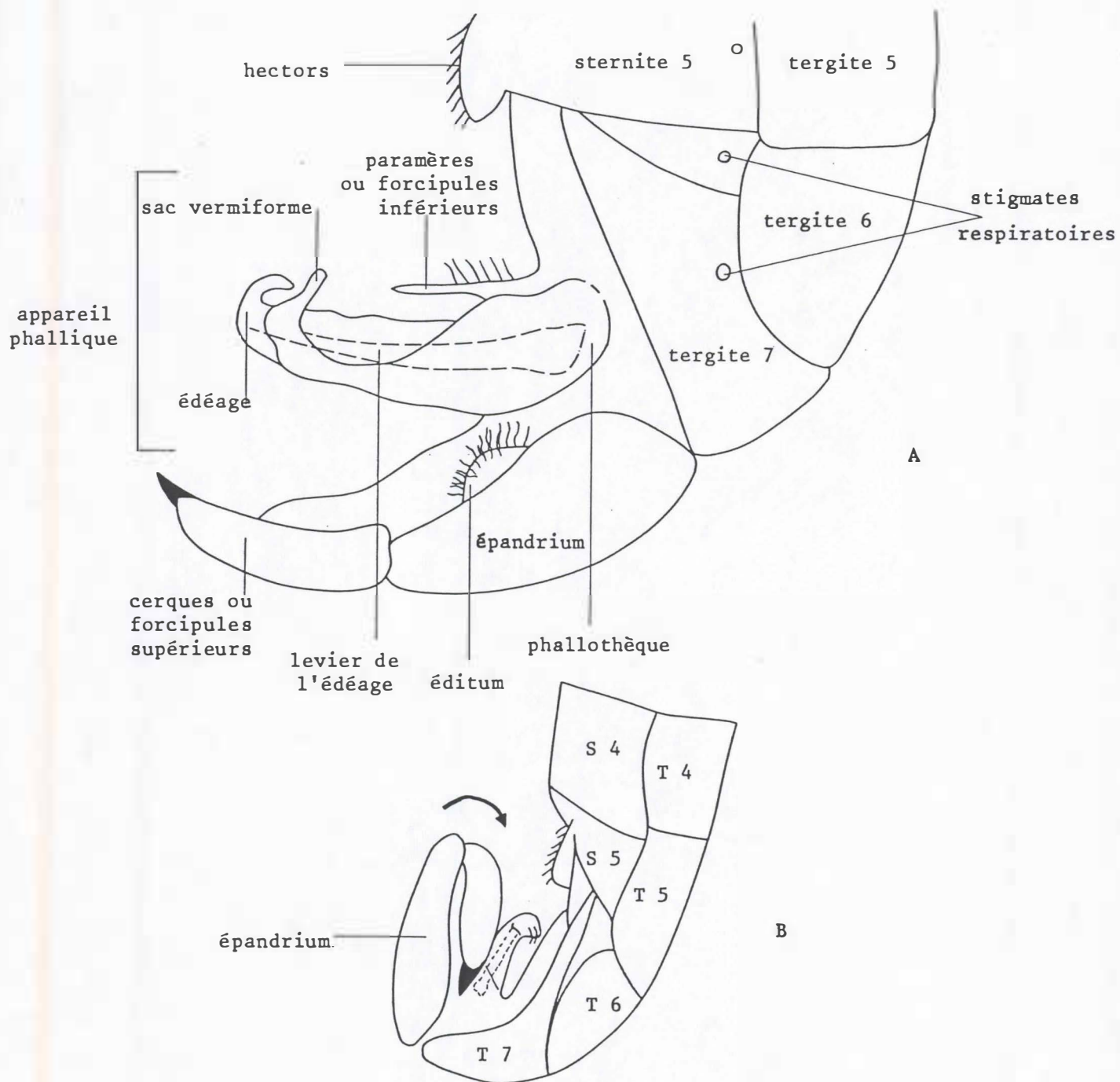


A - Glossine mâle - Extrémité de l'abdomen, face ventrale



B - Glossine femelle (groupe *palpalis*) - Extrémité de l'abdomen (face ventrale)

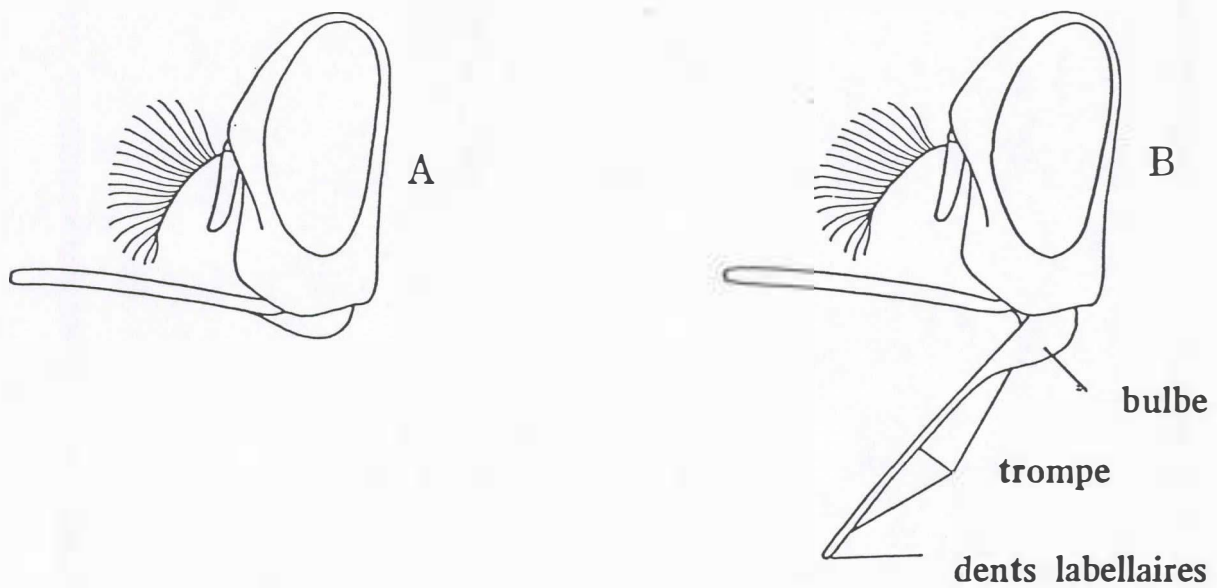
Extrémité postérieure de l'abdomen des glossines, mâle et femelle



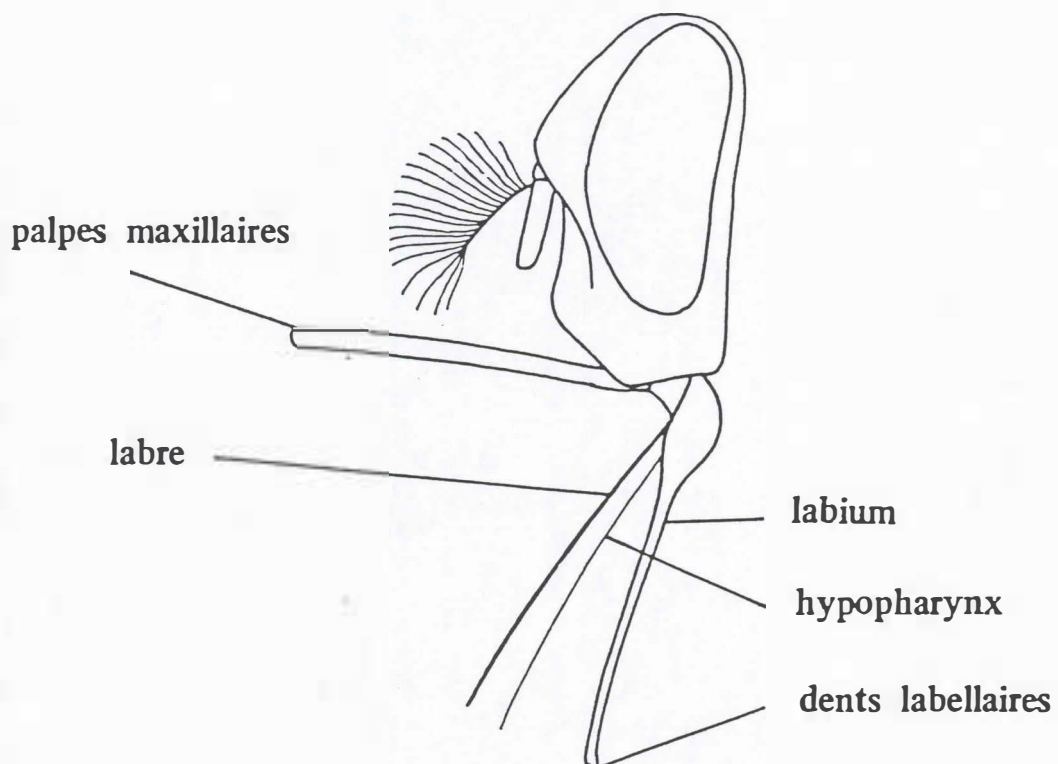
Genitalia mâle de glossine (schéma)

A - en position d'accouplement

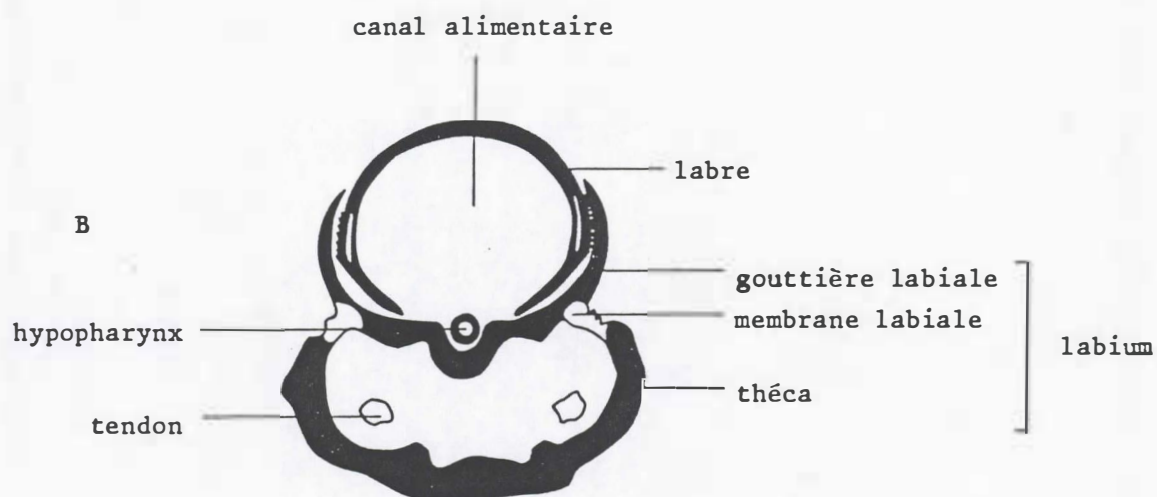
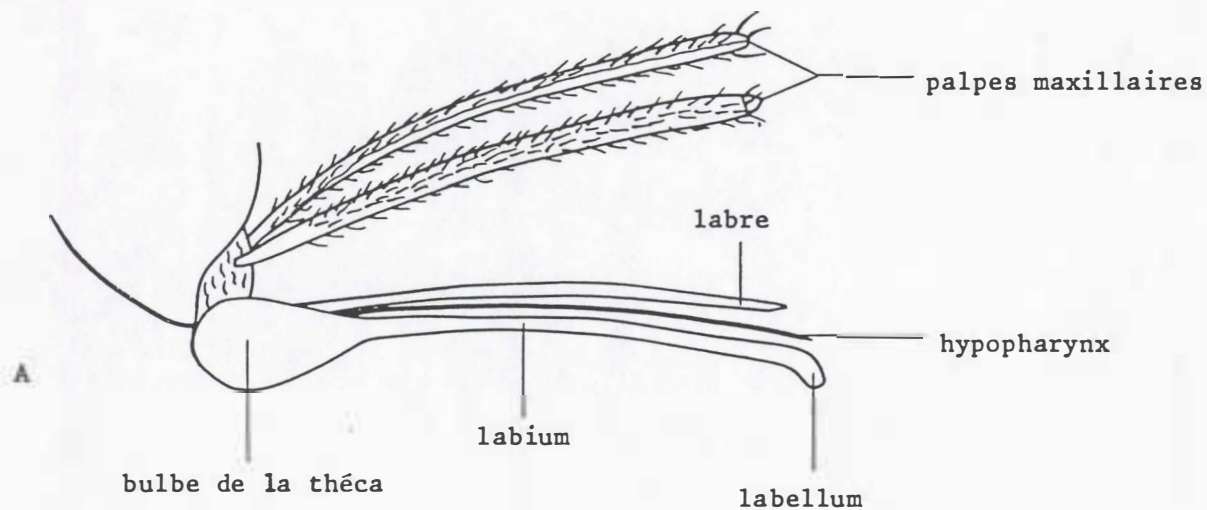
B - en position de repos



Tête de glossine (vue latérale);
 A: pièces buccales en position de repos;
 B: trompe abaissée



Tête de glossine en vue latérale; les
 pièces buccales ont été écartées à dessein.



- Proboscis de glossine

A - Vue de profil, avec les palpes maxillaires

B - Coupe transversale vers le milieu de la longueur

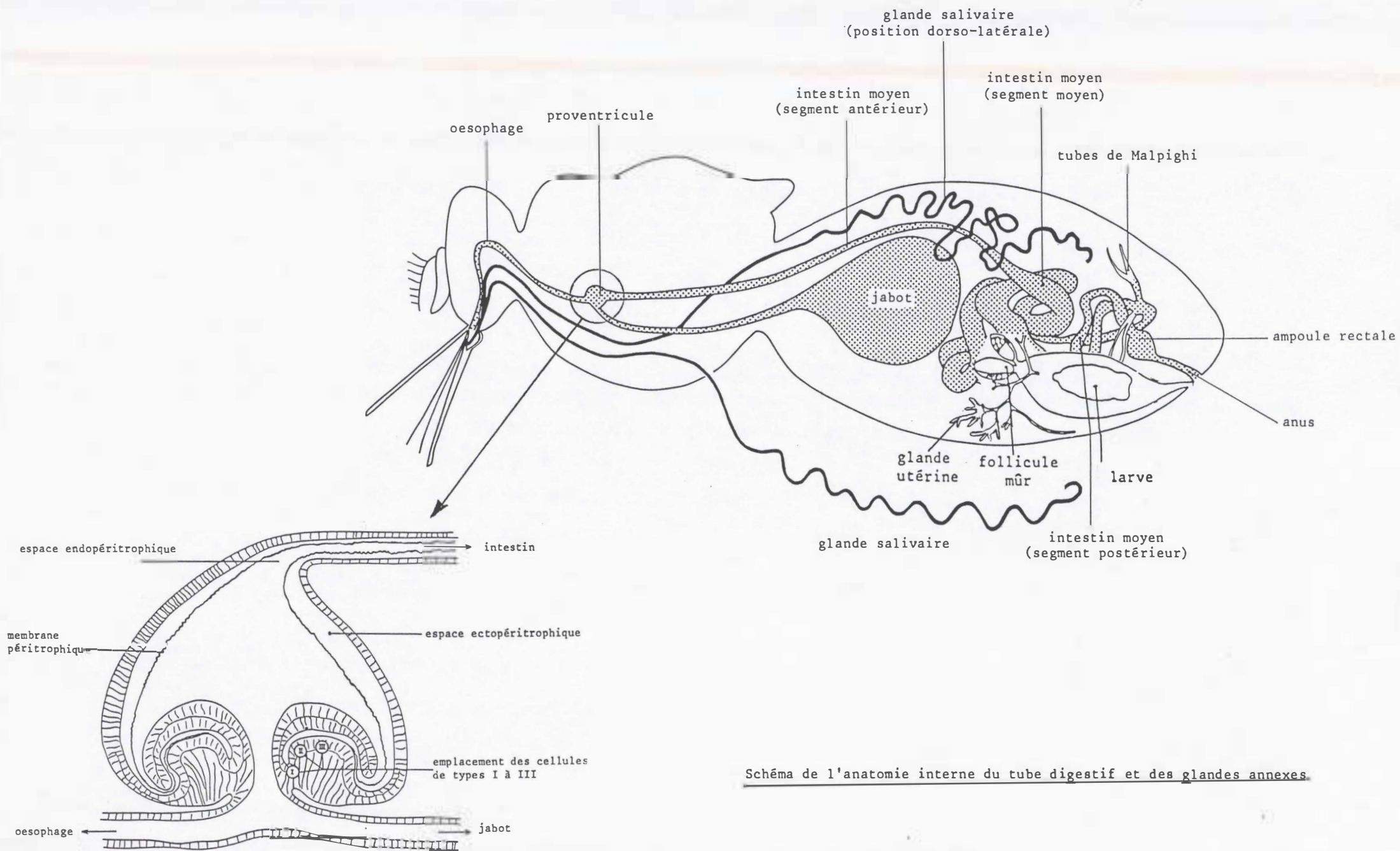
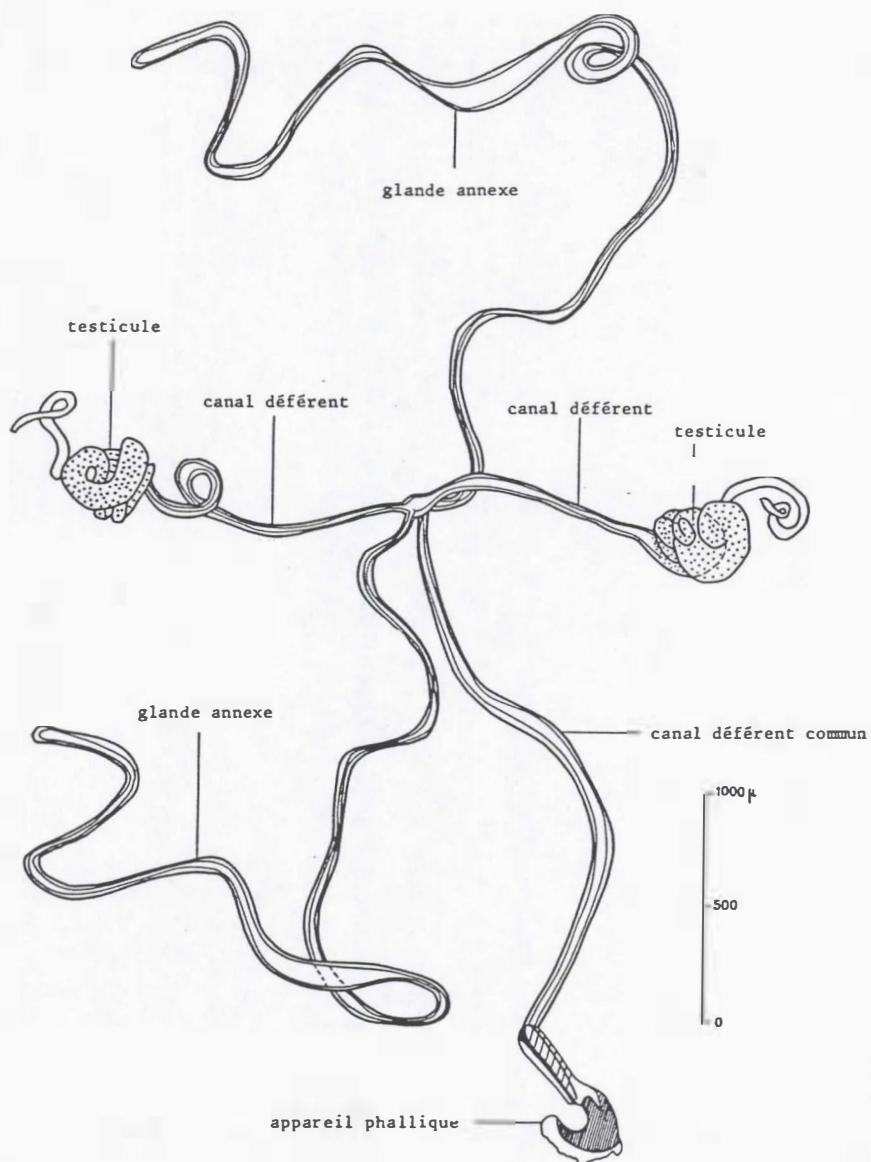
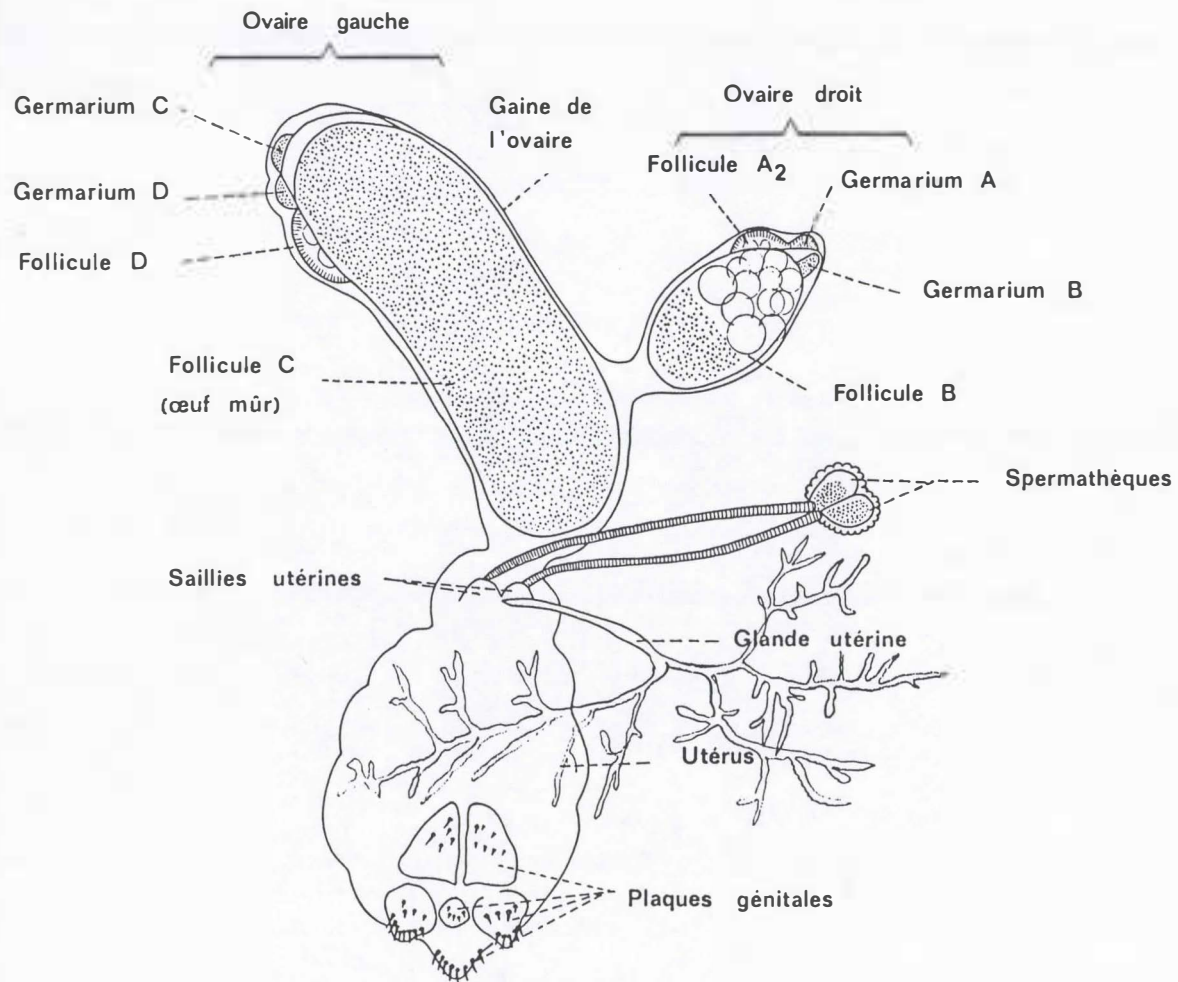


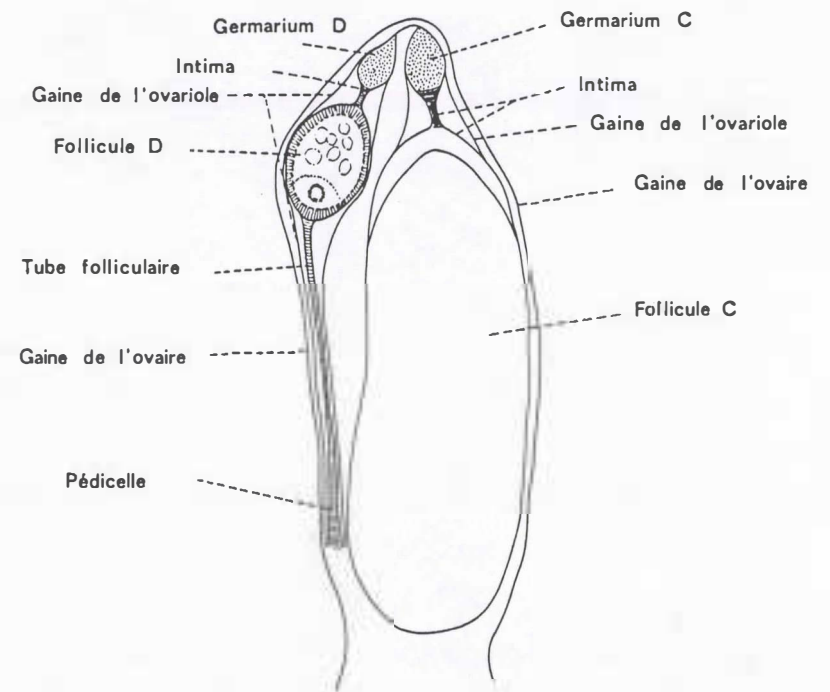
Schéma de l'anatomie interne du tube digestif et des glandes annexes.



G. fuscipes fuscipes mâle adulte
Appareil reproducteur interne (original)



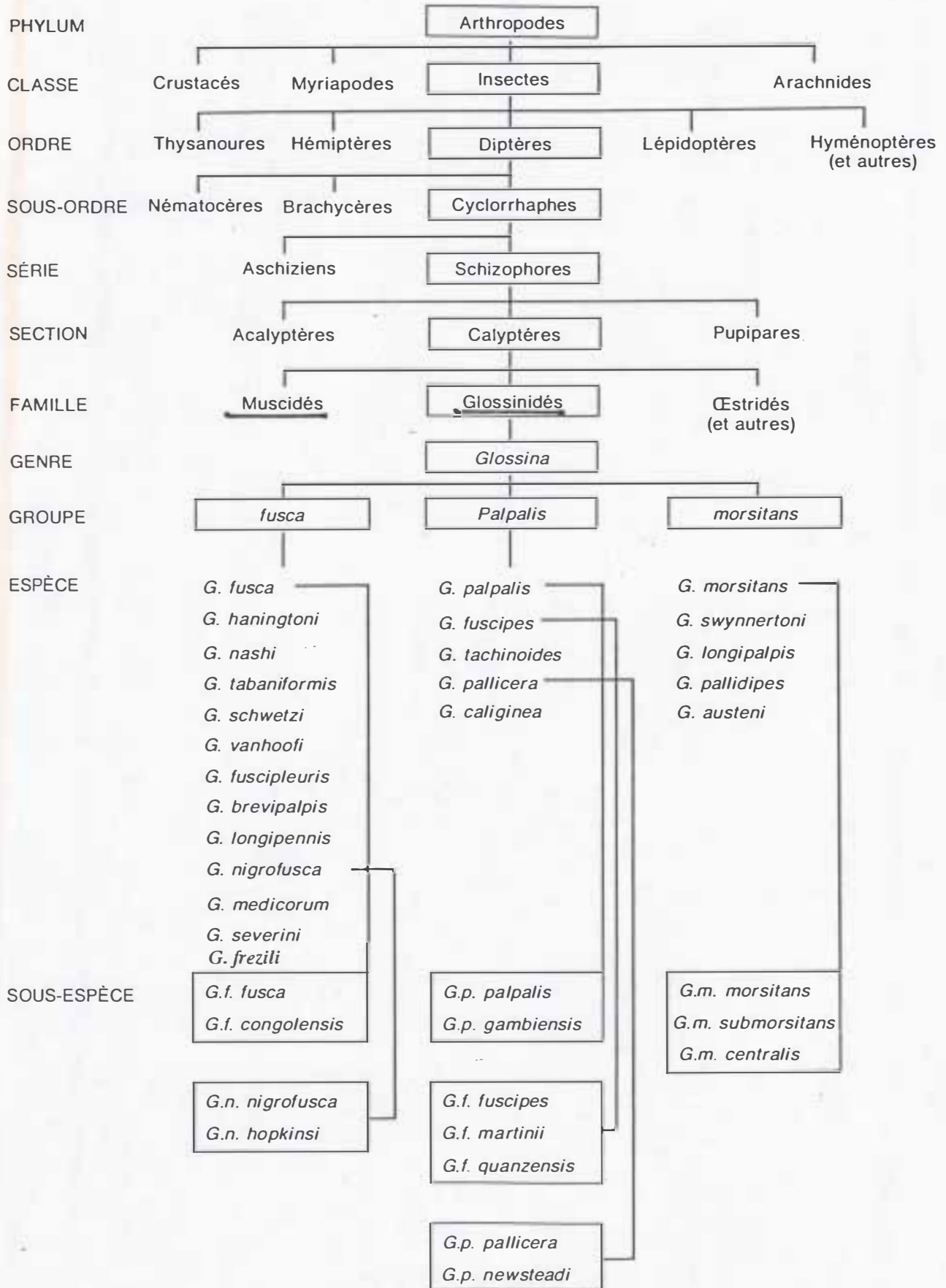
Glossina tachinoides ♀ âgée de 20 jours
Appareil reproducteur (original)

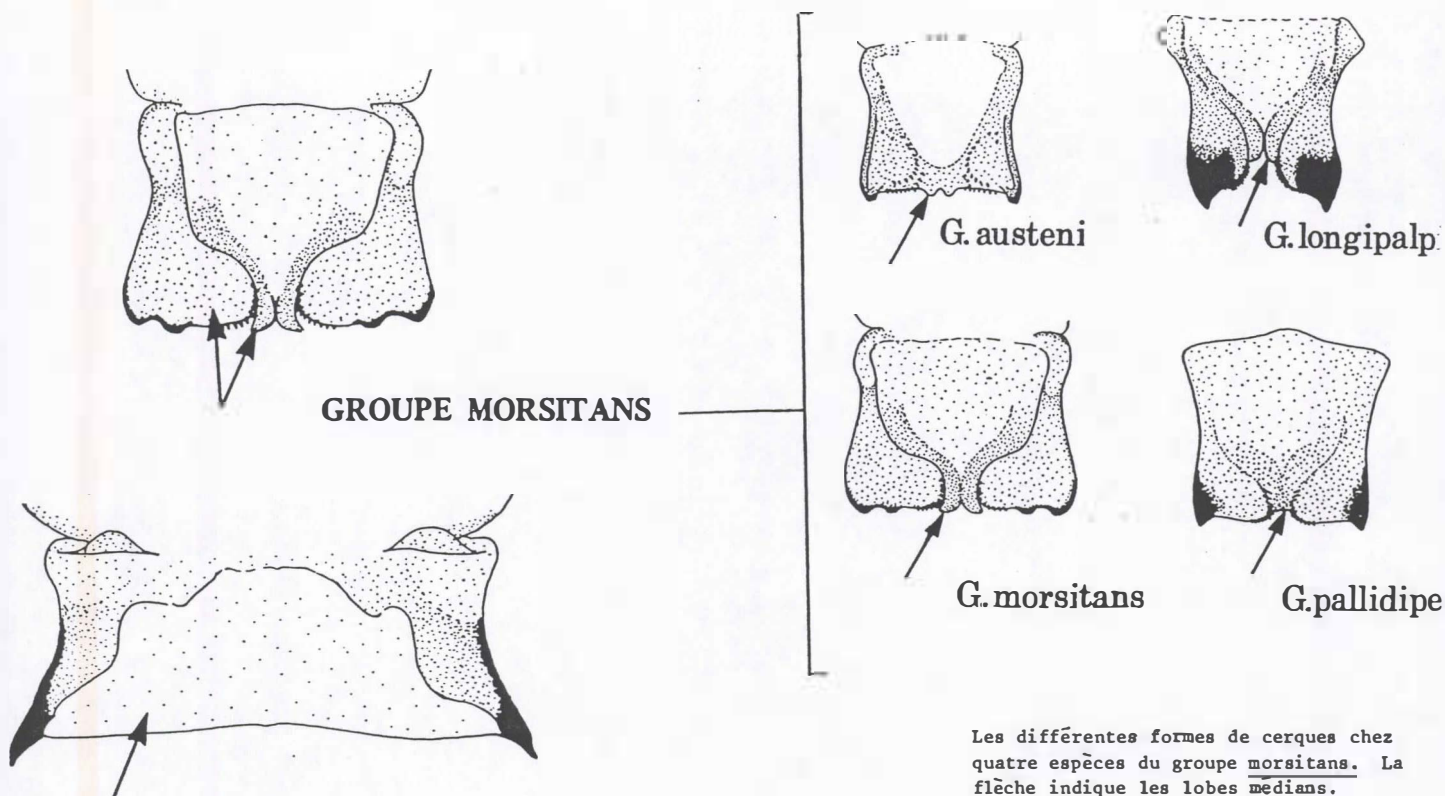


Ovaire gauche d'une femelle de *Glossina tachinoides*
âgée de 20 jours (original)

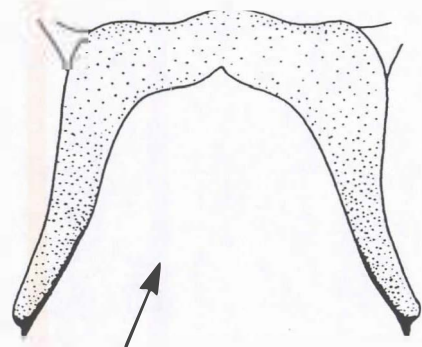
Classification de *Glossina*

Source : OHS (Genève), série de rapports techniques 739 (1986)





GROUPE PALPALIS



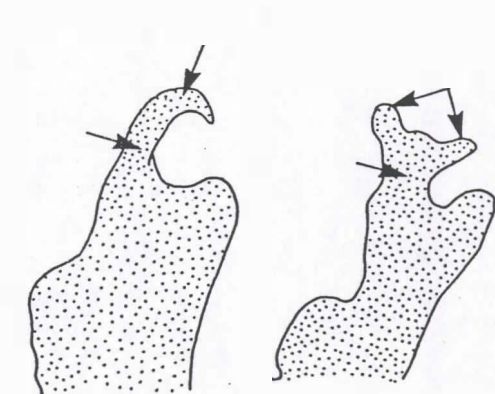
GROUPE FUSCA

Aspect des forcipules supérieurs (cerques) chez les glossines des groupes morsitans, palpalis et fusca. La flèche indique:

i) l'élargissement des cerques et la position des lobes médians dans le groupe morsitans;

ii) la membrane connective qui relie les cerques dans le groupe palpalis;

ii) l'absence de membrane dans le groupe fusca.



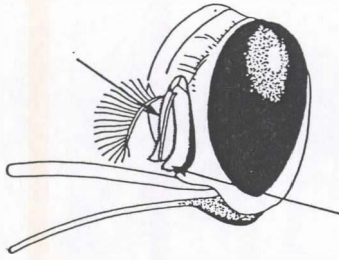
G. fuscipes

G. tachinoides

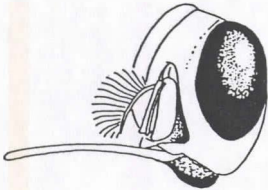
Différentes formes de forcipules inférieurs (gonopodes) chez G. fuscipes et G. tachinoides; la flèche indique:

i) la petite "tête" des gonopodes chez G. fuscipes et leur "cou" long et étroit;

ii) la grosse "tête" lobée des gonopodes de G. tachinoides, portée par un large "cou".



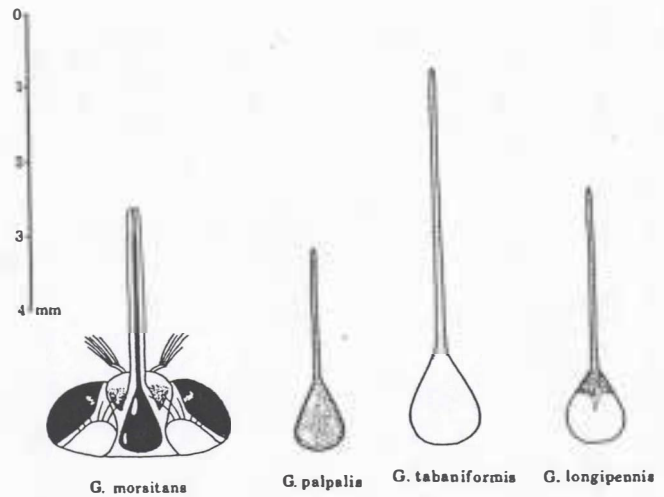
G. pallidipes



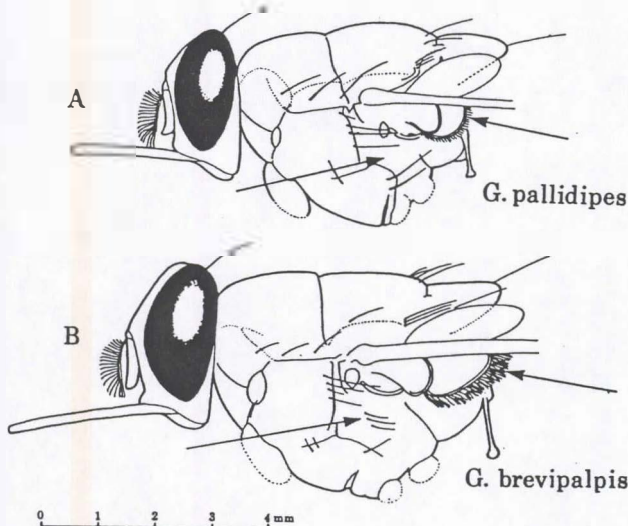
G. morsitans

Tête de *Glossina morsitans* et de *G. pallidipes* (vue de trois quarts), montrant:

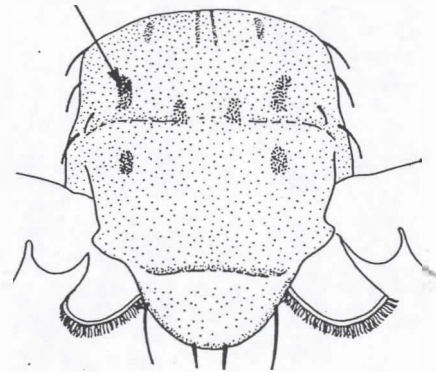
- i) les soies du bord antennaire, visible chez *G. pallidipes*, mais invisibles à la loupe (x 10) chez *G. morsitans*,
- ii) La forte saillie vers l'avant du troisième article antennaire de *G. pallidipes*, par comparaison avec *G. morsitans*.



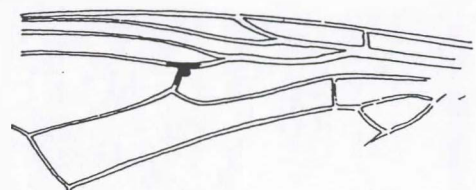
Aspect de la face ventrale du bulbe labial chez *G. morsitans* (caractéristique du groupe *morsitans*), *G. palpalis* (caractéristique du groupe *palpalis*), *G. tabaniformis* (caractéristique du groupe *fusca* à l'exception de *G. longipennis*) et *G. longipennis* (noter l'assombrissement apical du bulbe chez cette espèce).



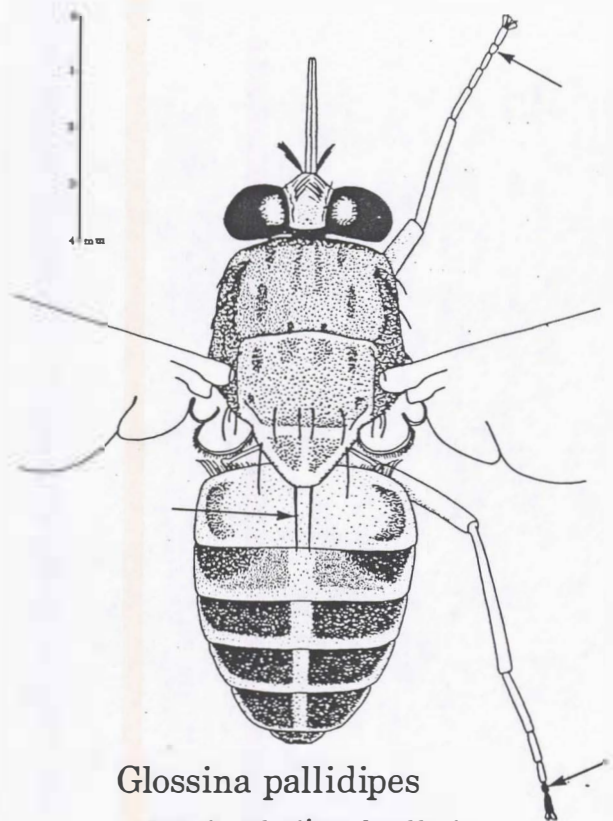
Face latérale du thorax de *G. pallidipes* (caractéristique des groupes *morsitans* et *palpalis*) et de *G. brevipalpis* (caractéristique du groupe *fusca*), montrant l'aspect du bord velu des cuillerons et la présence (groupe *fusca*) ou l'absence (groupe *palpalis* et *morsitans*) de grandes soies au-dessous du point d'insertion de l'aile sur le thorax.



Face dorsale du thorax de *G. longipennis* montrant (flèche) la disposition des taches sombres.



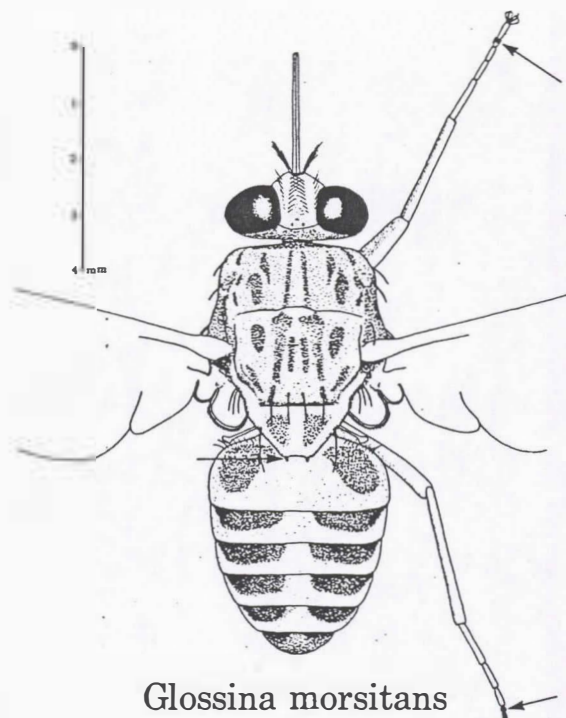
Nervuration alaire de *G. brevipalpis* (vue partielle montrant la marque sombre à l'extrémité antérieure de la nervure transverse antérieure).



Glossina pallidipes

Face dorsale d'une femelle de G. pallidipes. La flèche indique:

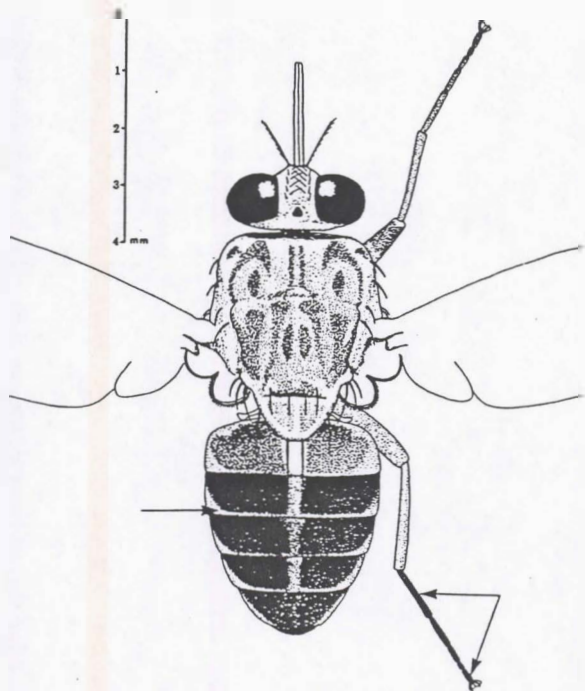
- i) le 4^{ème} article tarsal de la patte antérieure, de teinte pâle
- ii) les longues soies scutellaires médianes
- iii) les deux derniers articles tarsaux de la patte postérieure, de teinte foncée.



Glossina morsitans

Face dorsale d'une femelle de G. morsitans. La flèche indique:

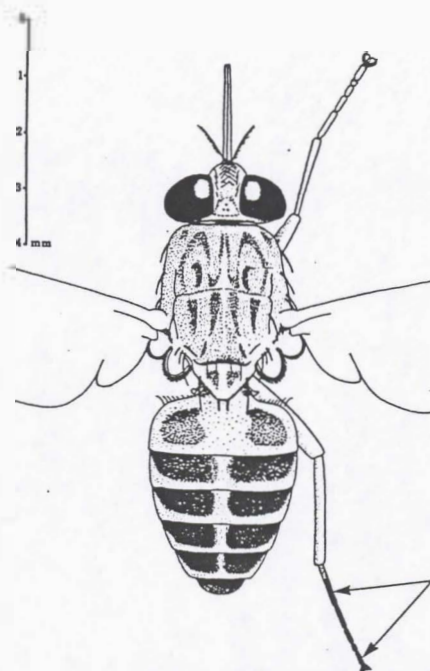
- i) l'anneau sombre au niveau du 4^{ème} article tarsal de la patte antérieure
- ii) les courtes soies scutellaires médianes (elles sont longues chez le mâle)
- iii) les deux derniers articles tarsaux de la patte postérieure, de teinte sombre.



Glossina fuscipes

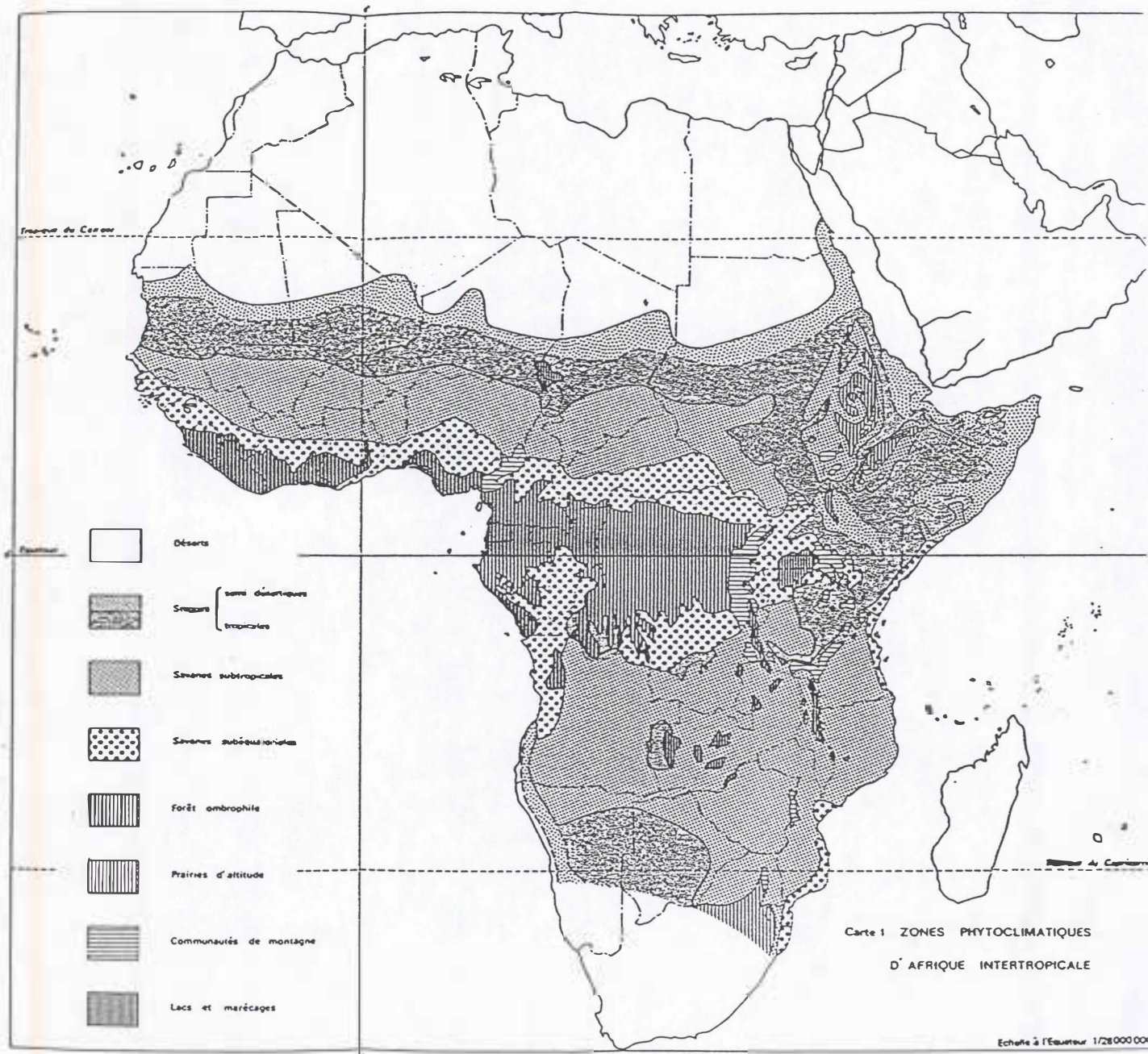
Face dorsale d'une femelle de G. fuscipes. Les flèches indiquent:

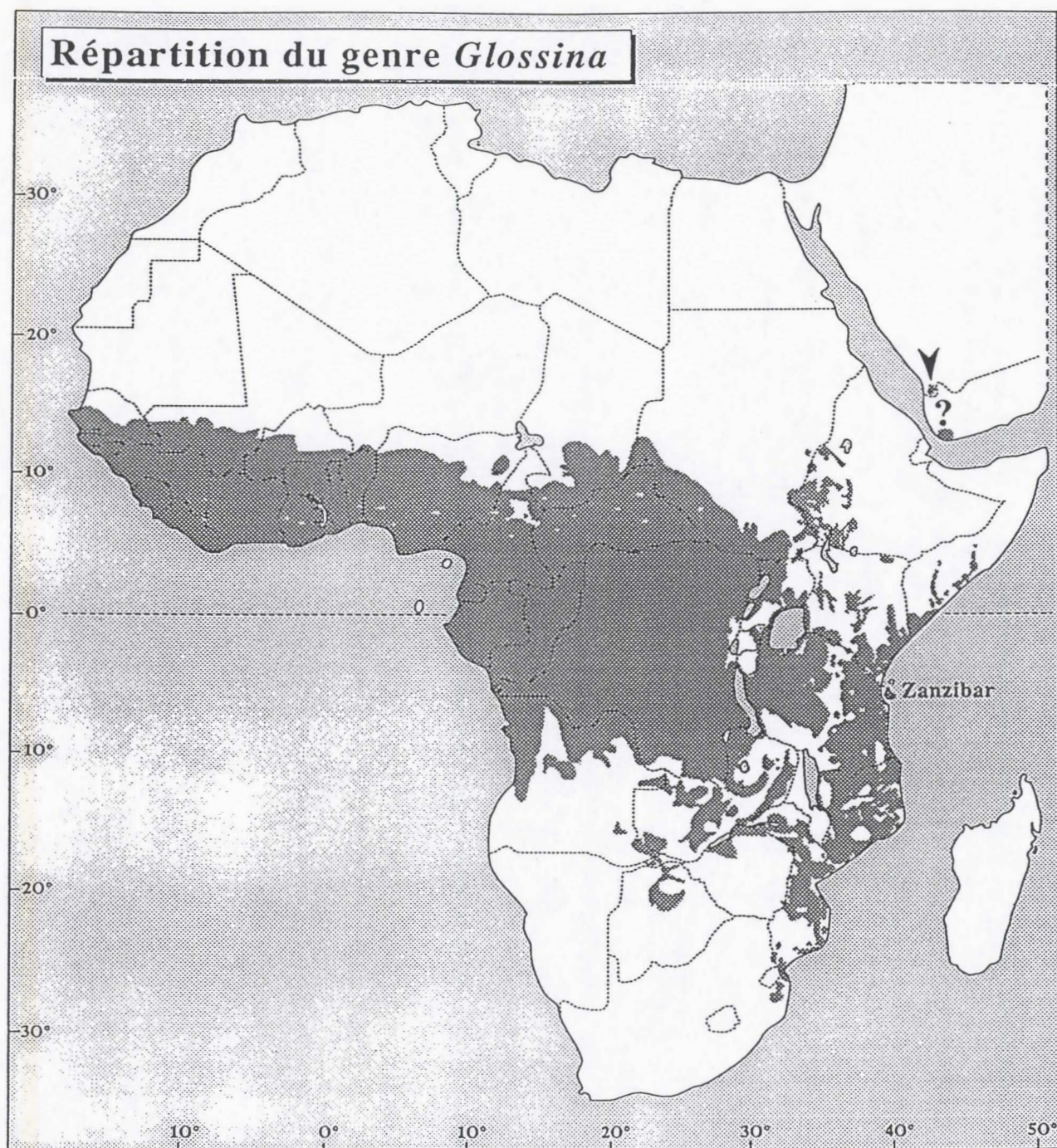
- i) la zone pâle très étroite entre chaque segment abdominal
- ii) la teinte foncée de la majorité des articles tarsaux de la patte postérieure.



Glossina tachinoides

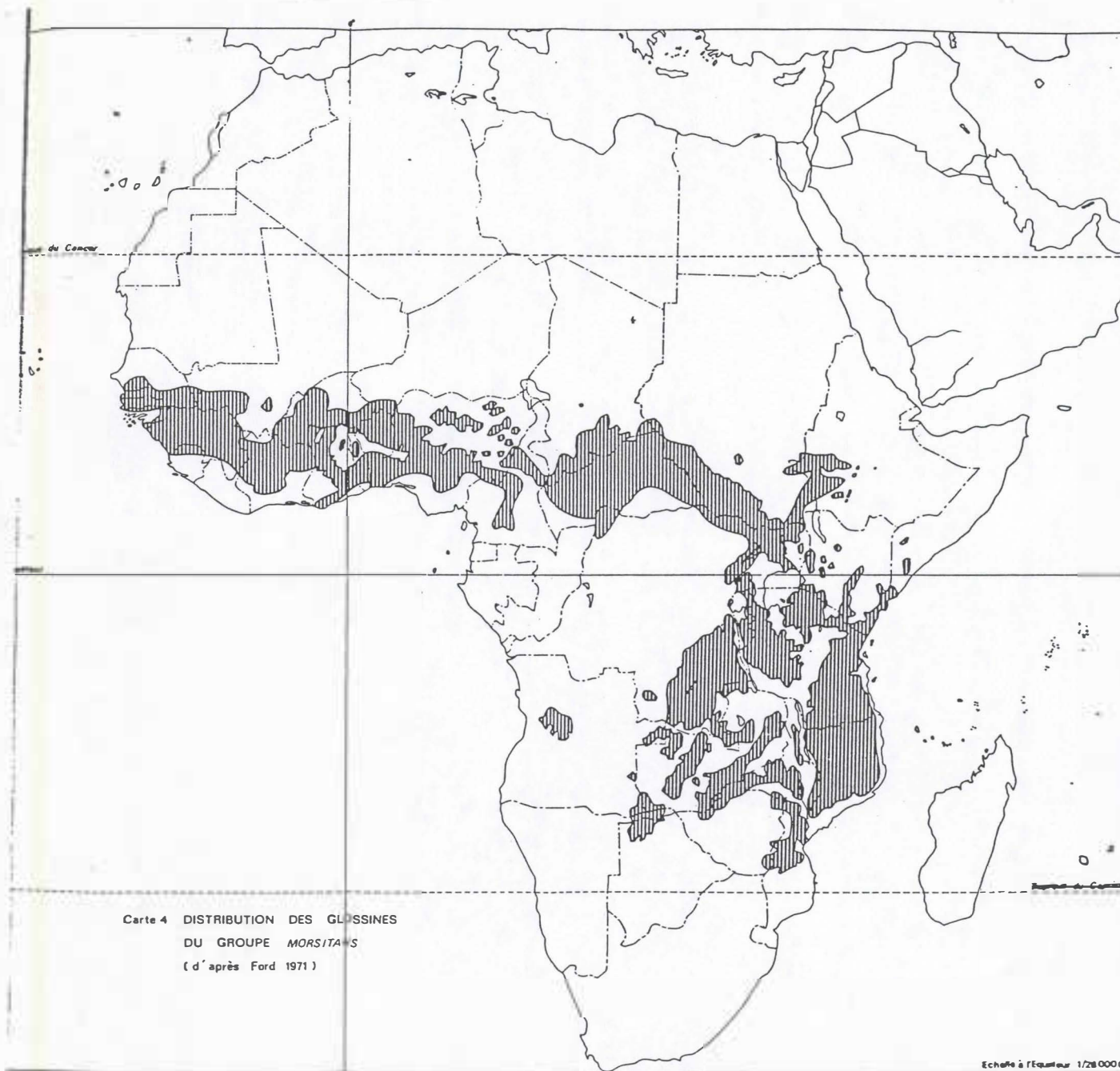
Face dorsale d'une femelle de G. tachinoides. Les flèches indiquent la teinte foncée de la plupart des articles tarsaux de la patte postérieure.

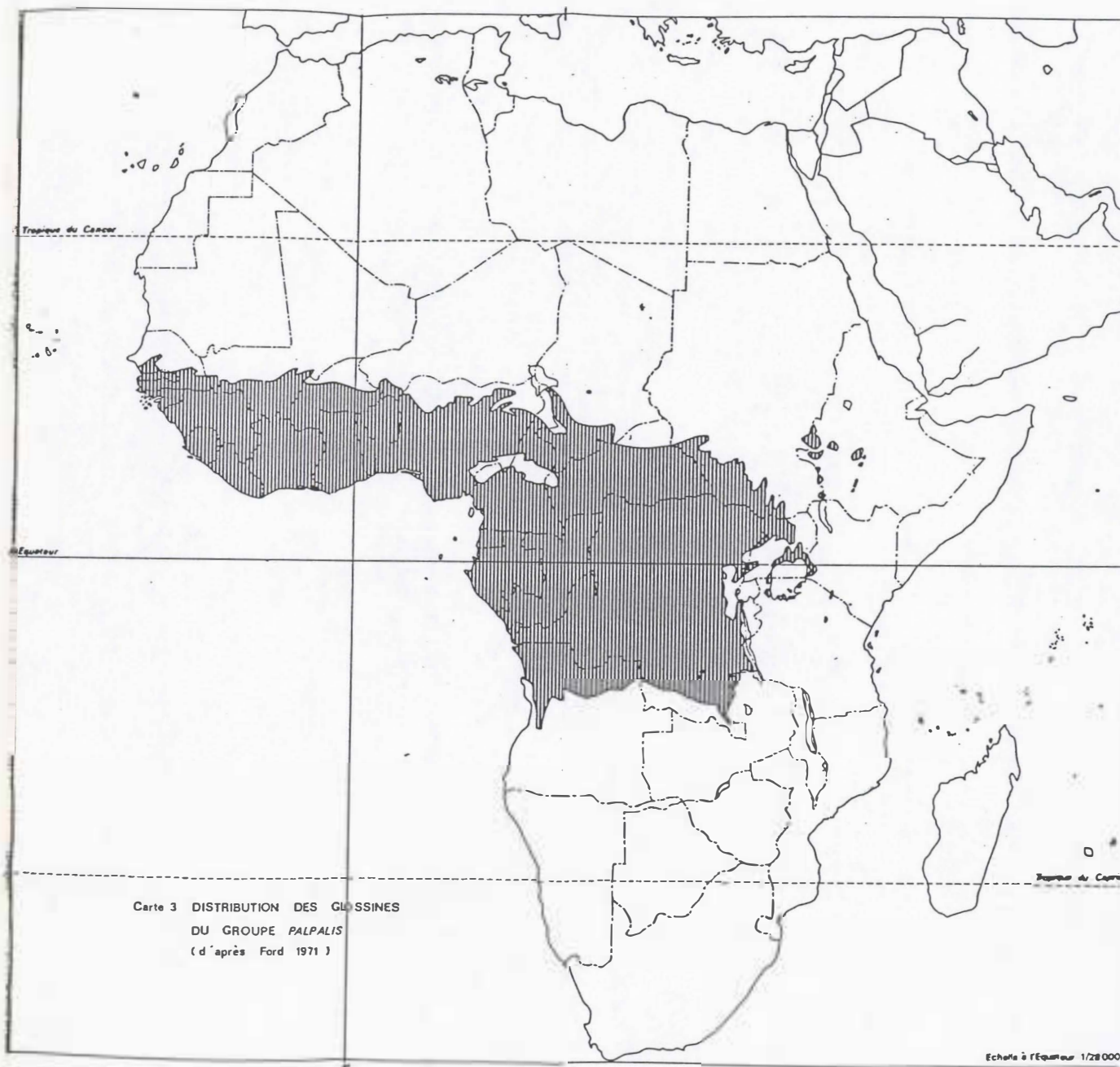


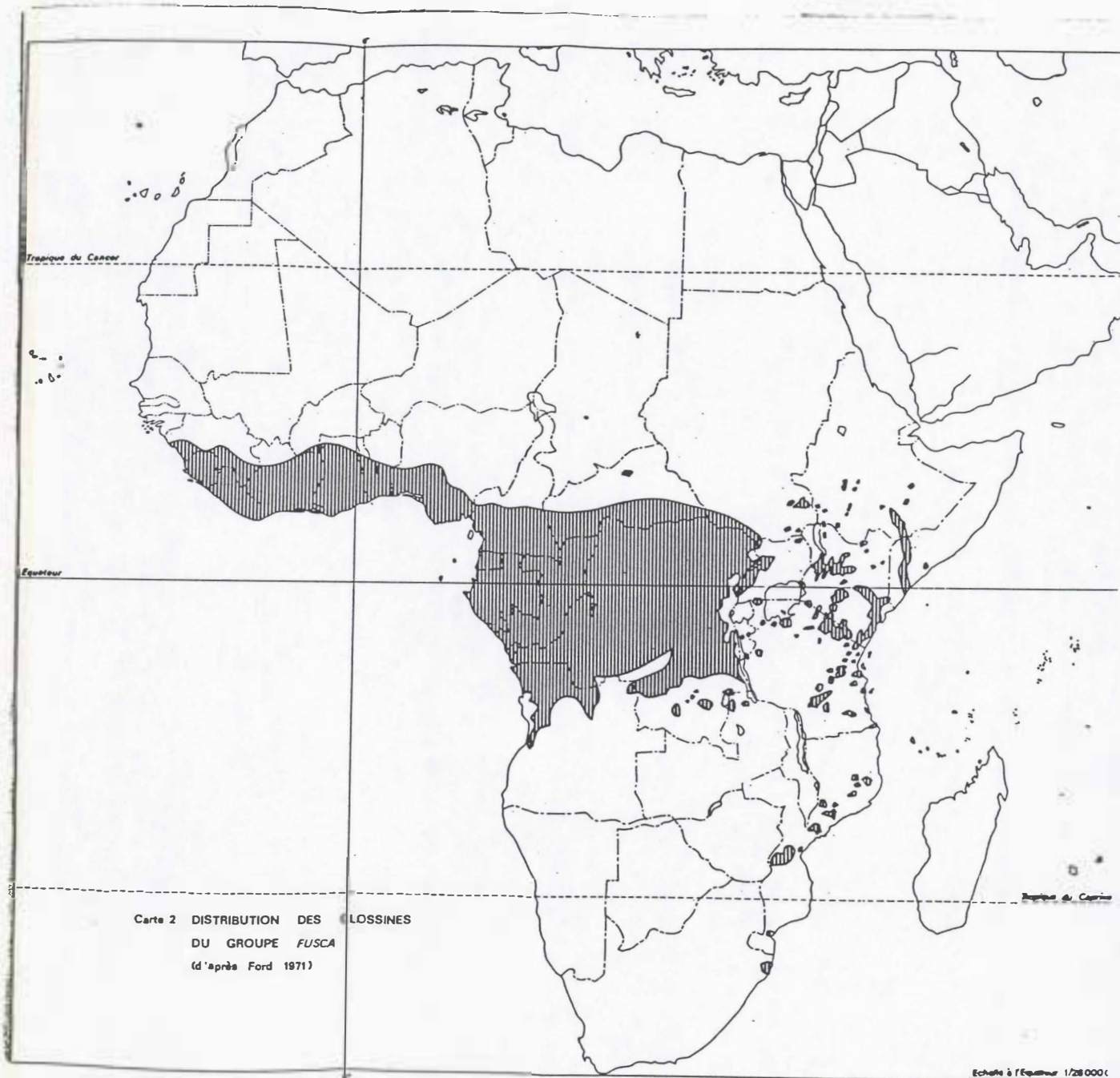


Carte extraite de :

Brunhes (J.), Cuisance (D.), Geoffroy (B.), Hervy (J.P.) et Lebbe (J.), 1993.- Les Glossines ou mouches tsé-tsé. Identification assistée par ordinateur. Manuel d'utilisation. Collection "Didactiques", (n° de référence en cours d'attribution), ORSTOM, Paris

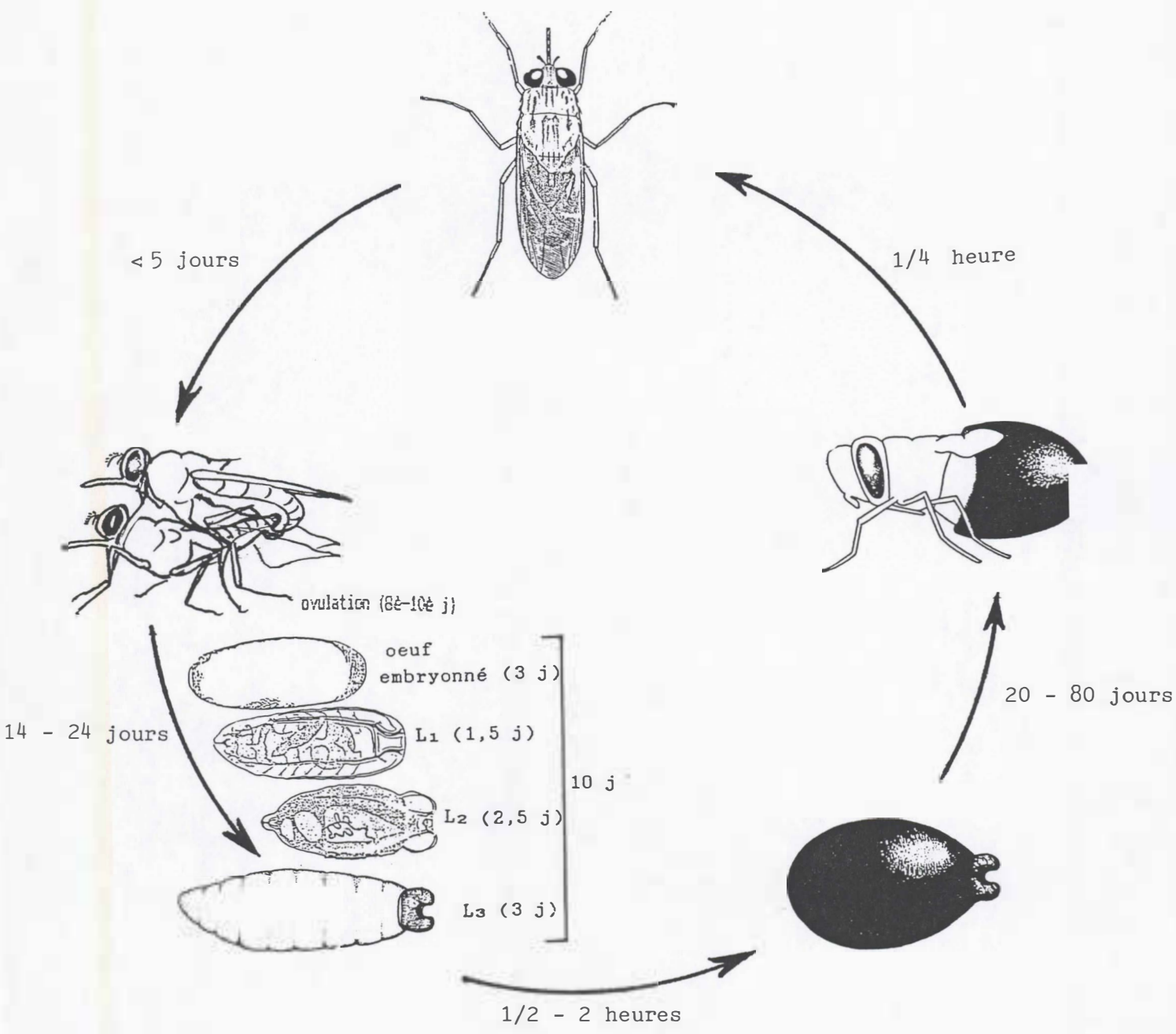






MEDICAL OU/ET VETERINAIRE

| | | | |
|----------------------|-------------------------|---|---------------|
| <i>G.pallidipes</i> | : Homme-Animaux | } | |
| | | } | |
| <i>G.swynnertoni</i> | : Homme-Animaux | } | |
| | | } | Afrique |
| <i>G.austeni</i> | : Animaux | } | orientale |
| | | } | |
| <i>G.morsitans</i> | : <i>G.m.morsitans</i> | } | |
| | <i>G.m.centralis</i> | } | Homme-Animaux |
| | | } | |
| | <i>G.m.submorsitans</i> | } | Afrique |
| | | } | occidentale |
| <i>G.longipalpis</i> | | } | et centrale |
| | | } | |

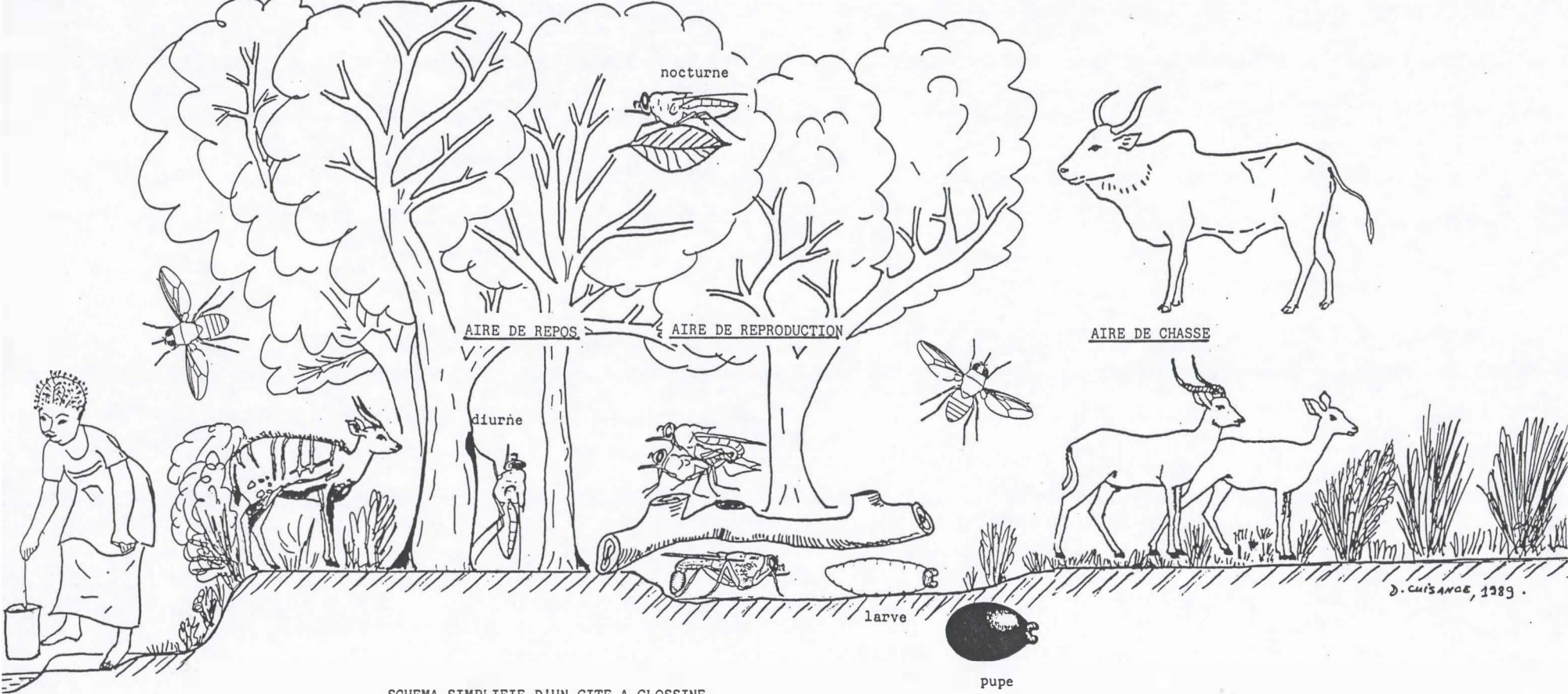


CYCLE REPRODUCTIF D'UNE GLOSSINE

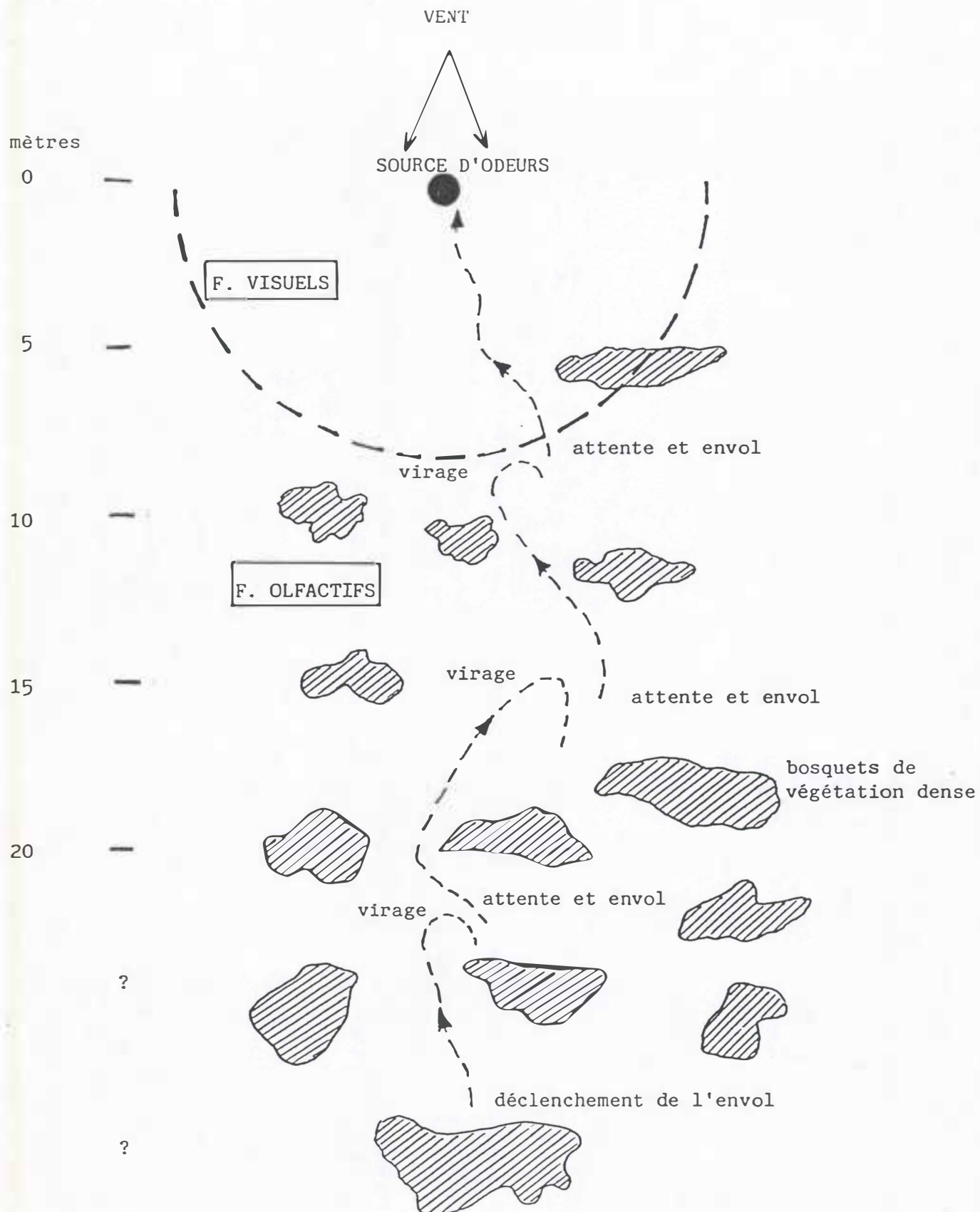
RIVIERE

VEGETATION ARBOREE RIVERAINE

SAVANE HERBEUSE

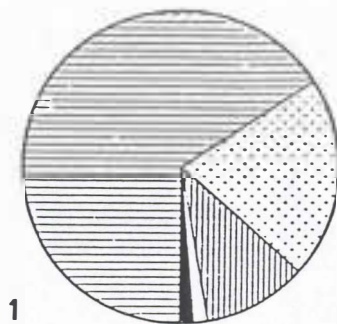


SCHEMA SIMPLIFIE D'UN GITE A GLOSSINE
(PAR EX. G.MORSITANS)

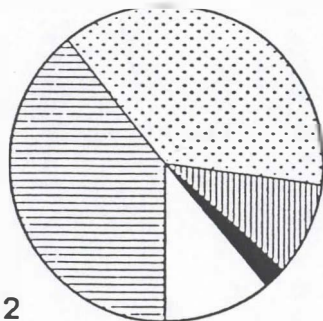


Comportement d'approche d'un leurre avec appât olfactif par une glossine de savane

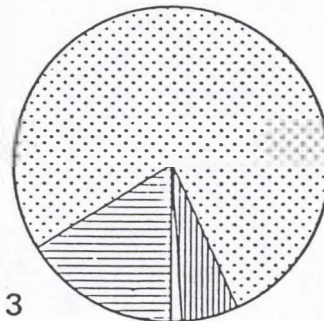
(Source : adapté de Vale, schéma présenté au S.E.M.G.-Meeting, Rekometche Research Station, Zimbabwe, Août 1987).



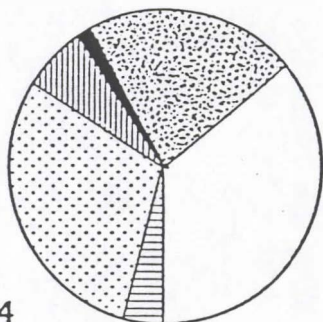
1



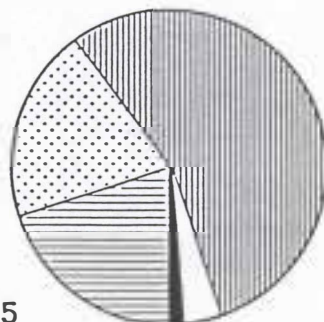
2



3



4



5

| | | | |
|----------|--|-------------|--|
| PRIMATES | | SUIDES | |
| BOVIDES | | Autres Mam. | |
| OISEAUX | | REPTILES | |

Classement de quelques espèces de glossines,
en fonction de leurs préférences alimentaires (d'après Weitz, 1964).

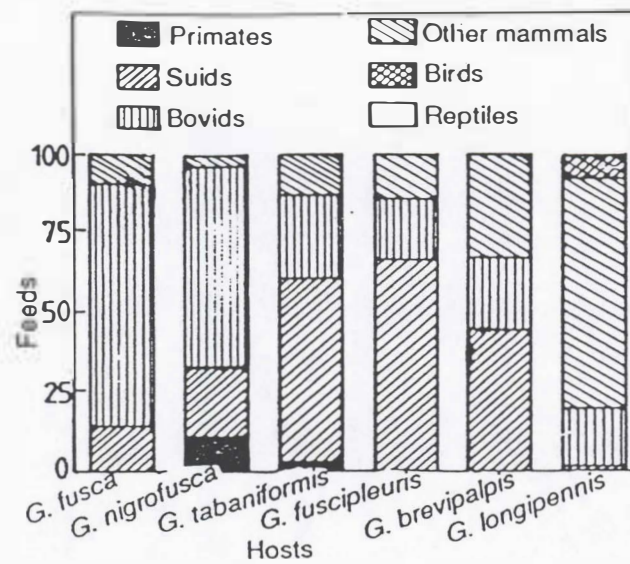
Groupe 1 = *G. tabaniformis*, *G. fuscipleuris*, *G. austeni*, *G. swynnertoni*.

Groupe 2 = *G.m. morsilans*, *G.m. centralis*, *G.m. submorsilans*.

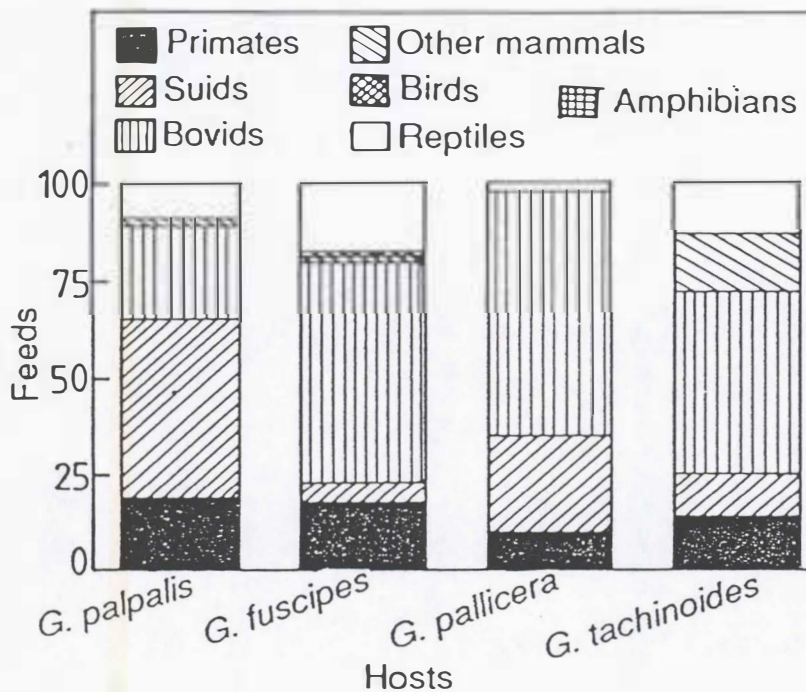
Groupe 3 = *G. fusca*, *G. longipalpis*, *G. pallidipes*.

Groupe 4 = *G. palpalis*, *G. fuscipes*, *G. tachinoides*.

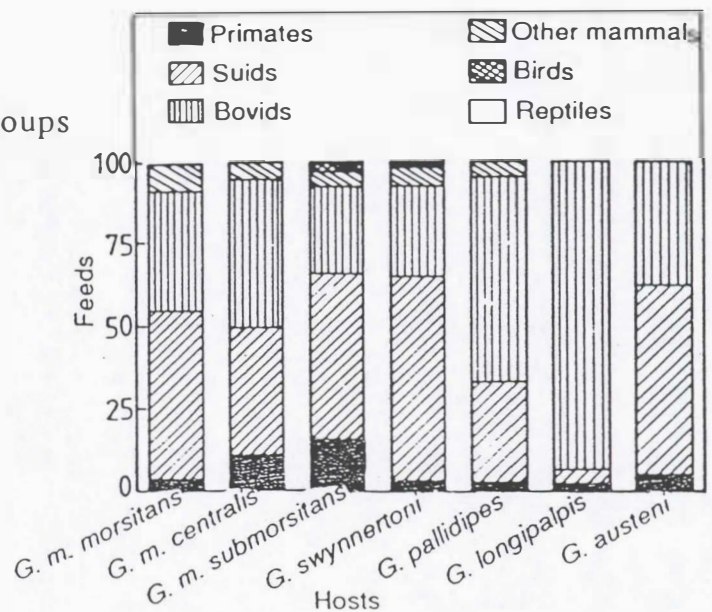
Groupe 5 = *G. longipennis*, *G. brevipaipis*.



Proportions of feeds taken from the different groups of the vertebrate hosts by *fusca* tsetse species.

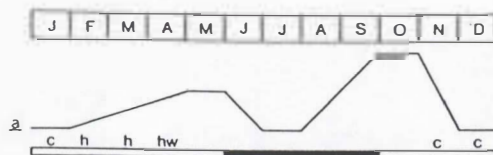


Proportions of feeds taken from different groups of the vertebrate hosts by *palpalis* tsetse species.



Proportions of feeds taken from different group of the vertebrate hosts by *morsitans* tsetse species.

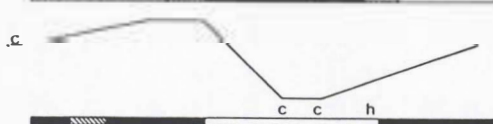
G. tachinoides
a $r = 1/4$



G. p. gambiensis
b $r = 1/5 - 10$



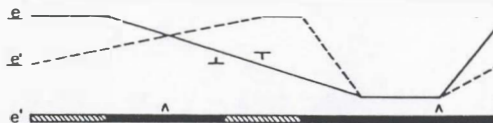
G. p. palpalis



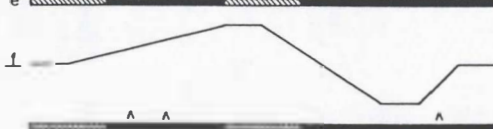
G. f. quanzensis



G. f. fuscipes
e $r = 1/5 - 7$
e' $r = 1/40$



G. fuscipleuris
f $r = 1/3 - 4$

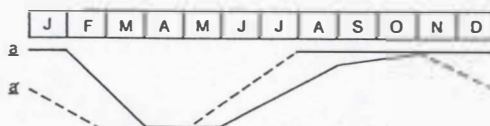


Population fluctuations in species/subspecies of *palpalis* and *fusca* groups (simplified from references). *G. tachinoides*, Kalamaloué Game Reserve, Cameroon; rainfall: 590 mm (Gruvel, 1975). *G. p. gambiensis*, Kou Forest, Upper Volta; rainfall: 1181 mm (Challier, 1973). *G. p. palpalis*, Bemba, Zaire; rainfall: 1300 mm (Van Wettere, 1975). *G. f. quanzensis*, Kinshasa area, Zaire (Elsen, 1973). e: *G. f. fuscipes*, Amadi area, Sudan; rainfall: 900-1300 mm (Abdel Razig and Yagi, 1972). e': Western Uganda; rainfall: 800-900 mm (Kangwagye, 1974). f: *G. fuscipleuris*, Western Uganda (Kangwagye, 1974). Δ /T small increase/decrease in population; \blacksquare : rainy month; \square : dry month; \blacksquare : start/end of rainy season or relatively dry month; A: high monthly rainfall; c: cold; h: hot; w: wet.

The ecology of tsetse

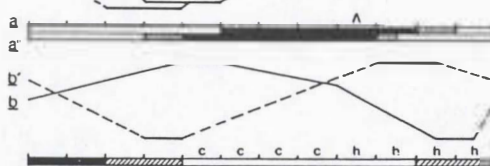
G. m. submorsitans

a $r = 1/12$
a' $r = 1/10 - 24$



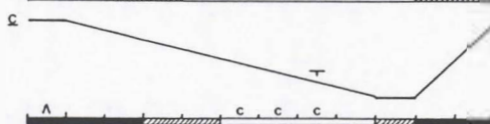
G. m. morsitans

b $r = 1/35$
b' $r = 1/3$
b' $r = 1/10$



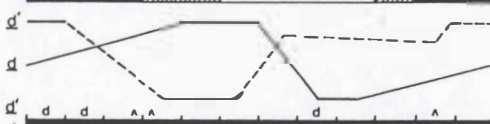
G. m. centralis

c $r = 1/3 - 8$



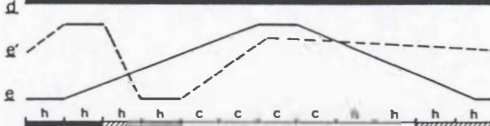
G. pallidipes

d $r = 1/4 - 5$
d' $r = 1/2$



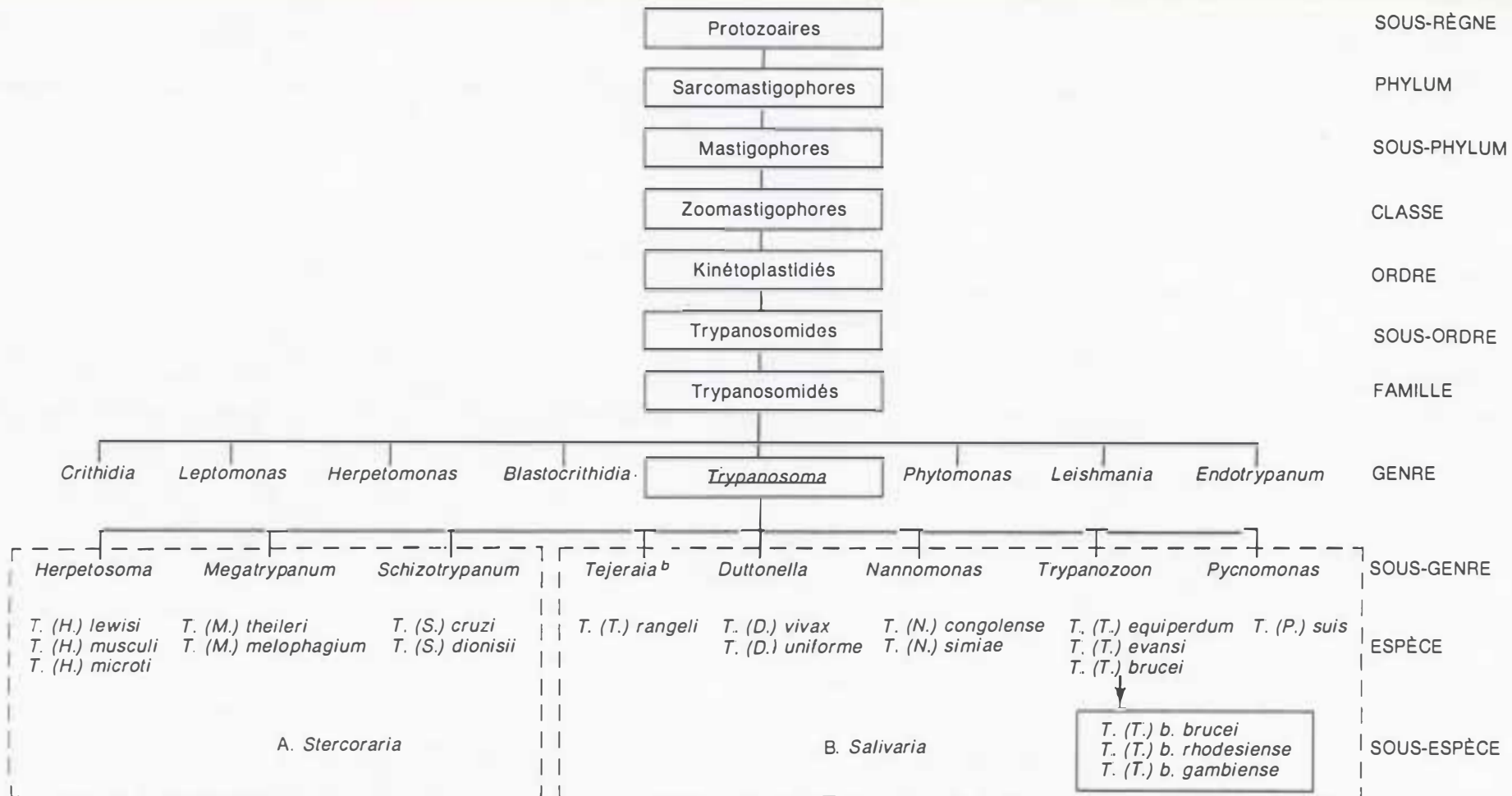
G. swynnertoni

e $r = 1/4 - 5$
e' $r = 1/2$



Population fluctuation in species/subspecies of *morsitans* group (simplified from references). *G. m. submorsitans*: a: Keneba, The Gambia (Snow, 1981); a': Madina-Diassa Ranch, Mali; rainfall: 1130 mm (Diallo, 1979). *G. m. morsitans*, Zambezi Valley, Zimbabwe (Hargrove and Vale, 1980). *G. m. centralis*, Okavango, Botswana; rainfall: 550-600 mm (Lambrecht, 1972). *G. pallidipes*: d: western Uganda; rainfall: 800-900 mm (Kangwagye, 1974); d': Muhaka, south Kenyan coast (Snow, 1981); e: Zambezi Valley, mopane woodland; e': the same, riverine woodland, Zimbabwe (Hargrove and Vale, 1980). *G. swynnertoni*: Lake Manyara, Tanzania (Katabazi and Matechi, 1979).

Classification des trypanosomes mammaliens



^a D'après LEVINE, N.D. ET AL. A newly revised classification of the Protozoa. *Journal of protozoology*, 27(1): 37-58 (1980).

^b Anez crée un nouveau sous-genre *Tejeraia*, et retire *T. rangeli* du sous-genre *Herpetosoma* et place *Tejeraia* dans la section Salivaria. ANEZ, N. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 27, 405-415 (1982).

(in: OMS- La trypanosomiase africaine: épidémiologie et lutte. Séries de rapports techniques, N° 739, 1986).

Les changements de milieux des trypanosomes
au cours des passages entre les hôtes et les vecteurs

Les conditions du milieu vertébré

| Favorables | Défavorables |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> . Température constante . Milieu riche en oxygène, protéines et sucres : en particulier <u>le glucose</u> (Base du métabolisme énergétique du trypanosome chez le mammifère) | <ul style="list-style-type: none"> . Système immunitaire bien organisé |

L'hôte invertébré : nouveau milieu

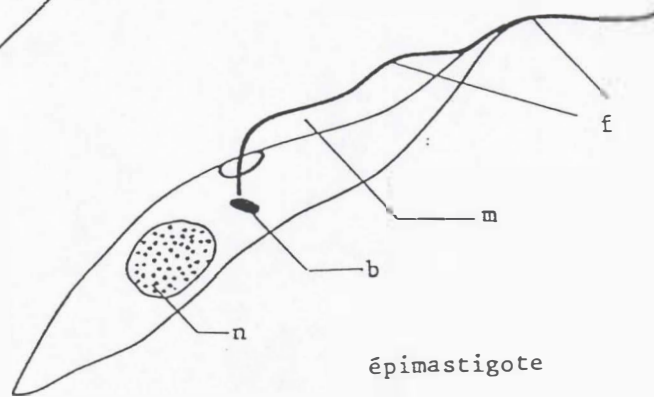
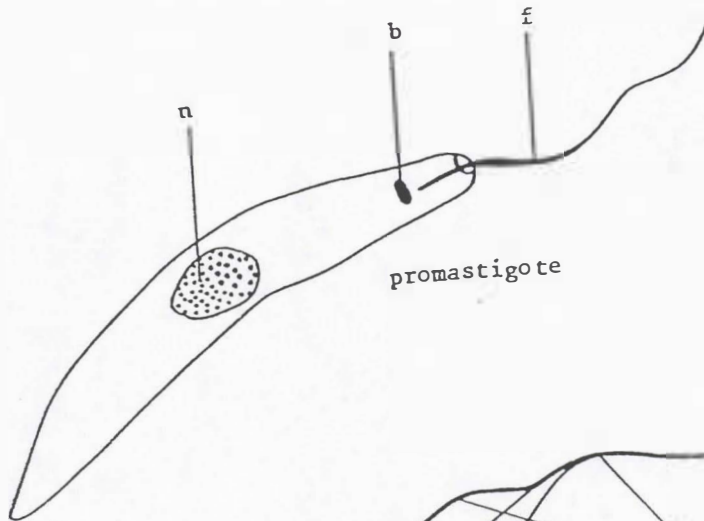
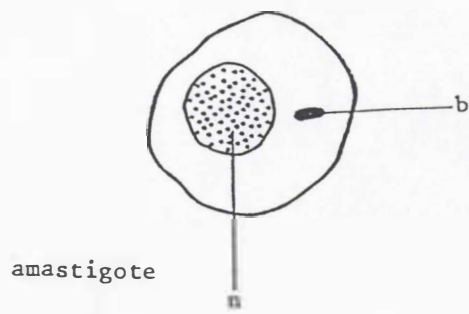
| Favorable | Défavorable |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> . Richesse en protéines et en acides aminés : <u>Proline</u> en particulier qui est à la base du métabolisme énergétique du trypanosome chez la glossine. . Système immunitaire moins élaboré : le parasite peut économiser la synthèse des glycoprotéines variables de surface. | <ul style="list-style-type: none"> . Température inconstante la glossine est tributaire des conditions extérieures. . Milieu pauvre en sucres (glucose) et en oxygène . Protéases, lectines, etc |

CLASSIFICATION DES TRYPANOSOMES AFRICAINS PATHOGENES

| Sous-genre | Groupe | Espèce | Localisation du développement chez la glossine |
|-------------------------------|------------|--|---|
| Duttonella (Chalmers 1908) | vivax | <u>T. vivax</u> (Ziemman 1905) | Trompe seulement |
| Nannomonas (Hoare 1964) | congolense | <u>T. congolense</u> (Broden 1904) <u>T. simiae</u> (Bruce 1912) | Intestin moyen et trompe " |
| Trypanozoon (Luhe 1906) | brucei | <u>T. brucei</u> (Plimmer & Bradford 1899) <u>*T. rhodesiense</u> (Stephens & Fantham 1910) <u>*T. gambiense</u> (Dutton 1902) <u>**T. evansi</u> (Steel 1885) <u>***T. equiperdum</u> (Doflein 1901) | Intestin moyen et glandes salivaires (présence dans la trompe mais sans développement) " Néant Néant |

Légende: * Agents pathogènes de la maladie du sommeil chez l'homme
 ** Pas de transmission cyclique; véhiculé par des mouches piqueuses
 *** Transmis pendant le coït.

Les descriptions ont été abrégées et modifiées. Le lecteur trouvera un compte rendu plus complet dans les manuels classiques.



n = noyau
 b = blépharoplaste ou kinétoplaste
 f = flagelle
 m = membrane ondulante

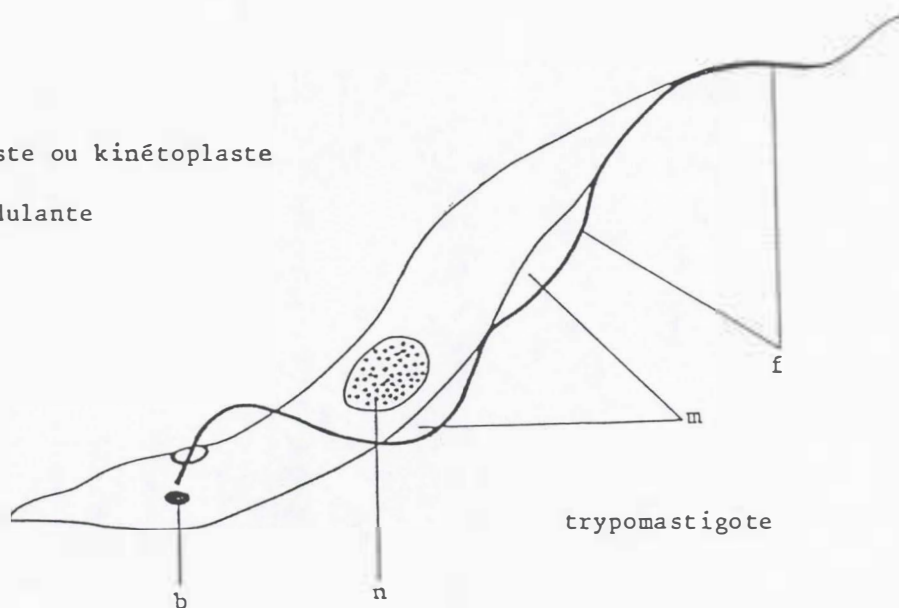


Schéma simplifié des types morphologiques d'évolution des trypanosomes.

(Source: Itard J., Epidémiologie des trypanosomoses animales)

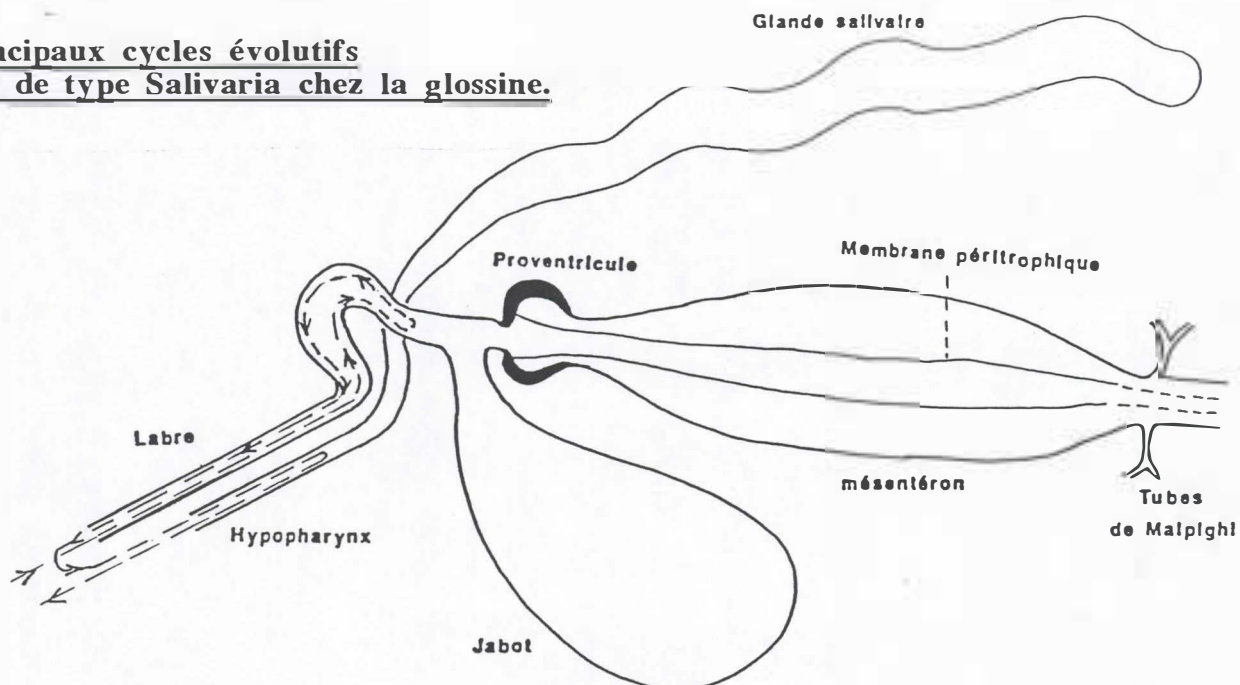
Cycles évolutifs des trypanosomes chez la glossine et taux d'infection

| | Labre | Hypopharynx | Glandes salivaires | Intestin moyen | p. 100 de glossines infectées | |
|---|------------------------------|---|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| | | | | | Nord-Nigeria | S-O Nigeria |
| Salivaria <i>T. brucei</i> <i>T. congolense</i> <i>T. vivax</i> | épimastigote épimastigote | métatrypanosome métatrypanosome métatrypanosome | épimastigote | trypomastigote trypomastigote | 0,05 8,0 19,0 | 1,0 4,7 74,2 |

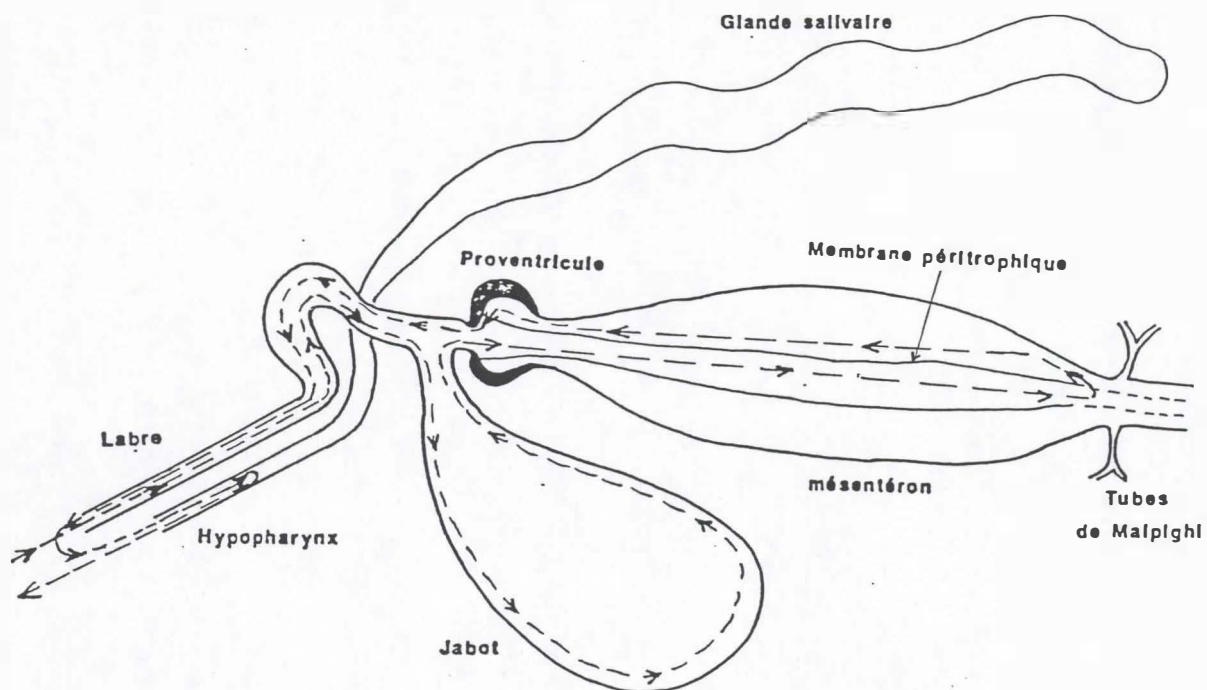
(Itard, 1981)

Scénarios des principaux cycles évolutifs
des trypanosomes de type Salivaria chez la glossine.

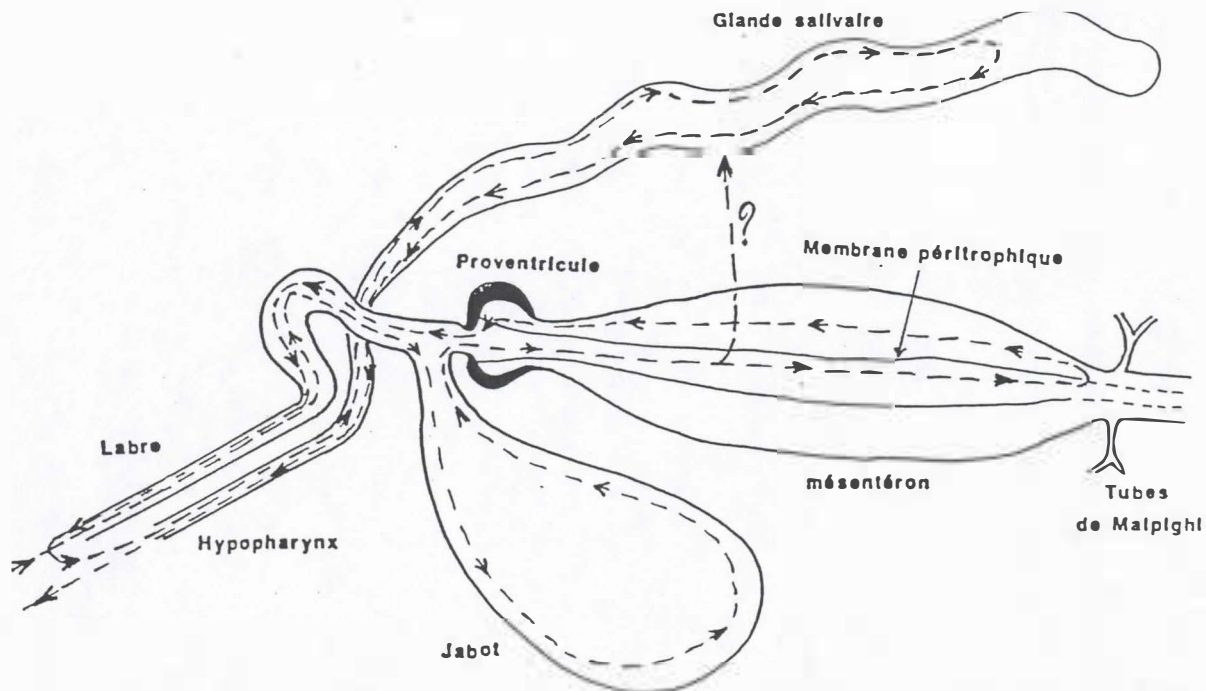
T. VIVAX

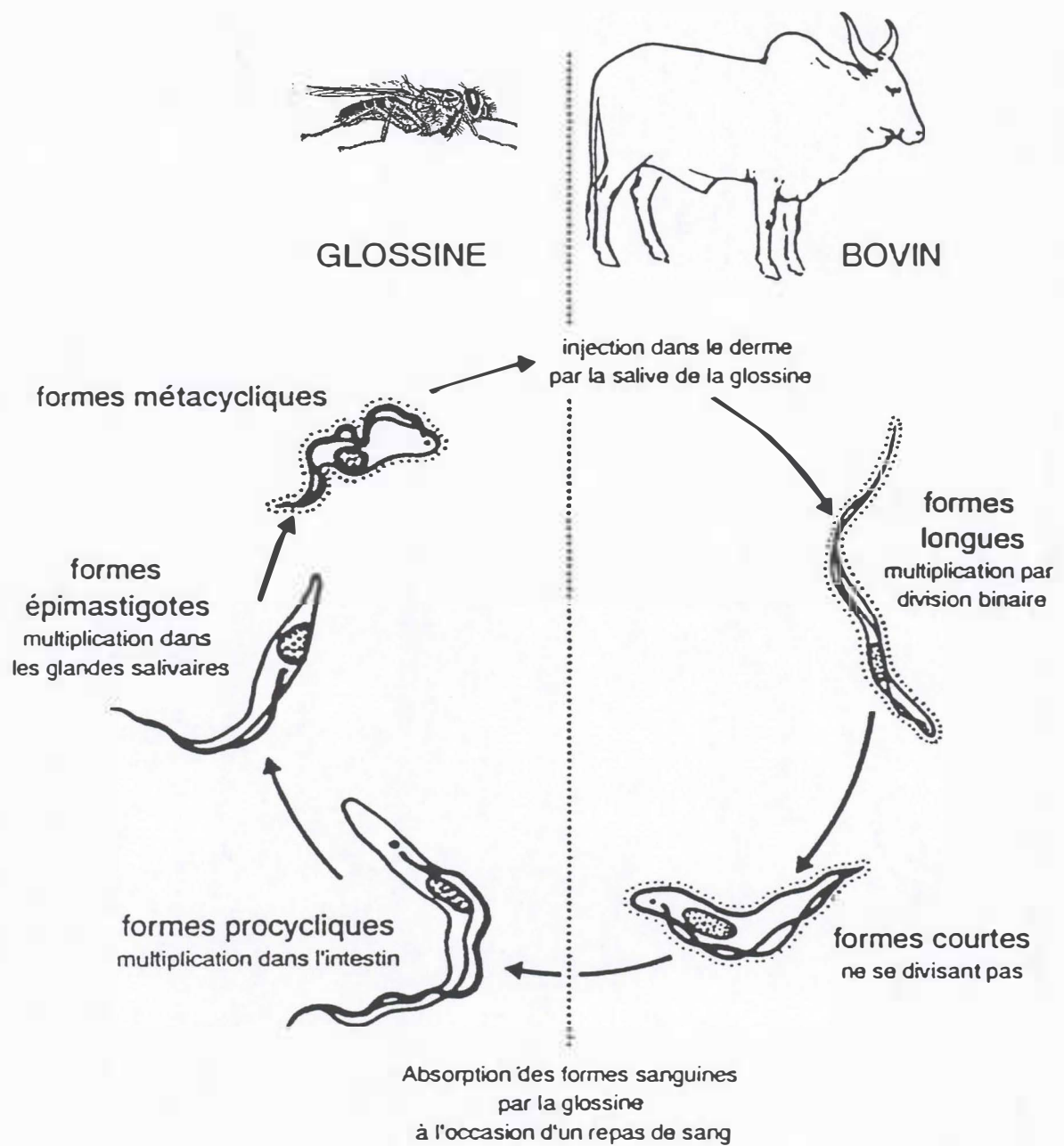


T. CONGOLENSIS



T. B. BRUCEI





Cycle parasitaire de *Trypanosoma brucei*

((D'après E. Authié, 1993))

en pointillé: VSG

Stades évolutifs de *T. brucei* dans les glandes salivaires de la glossine

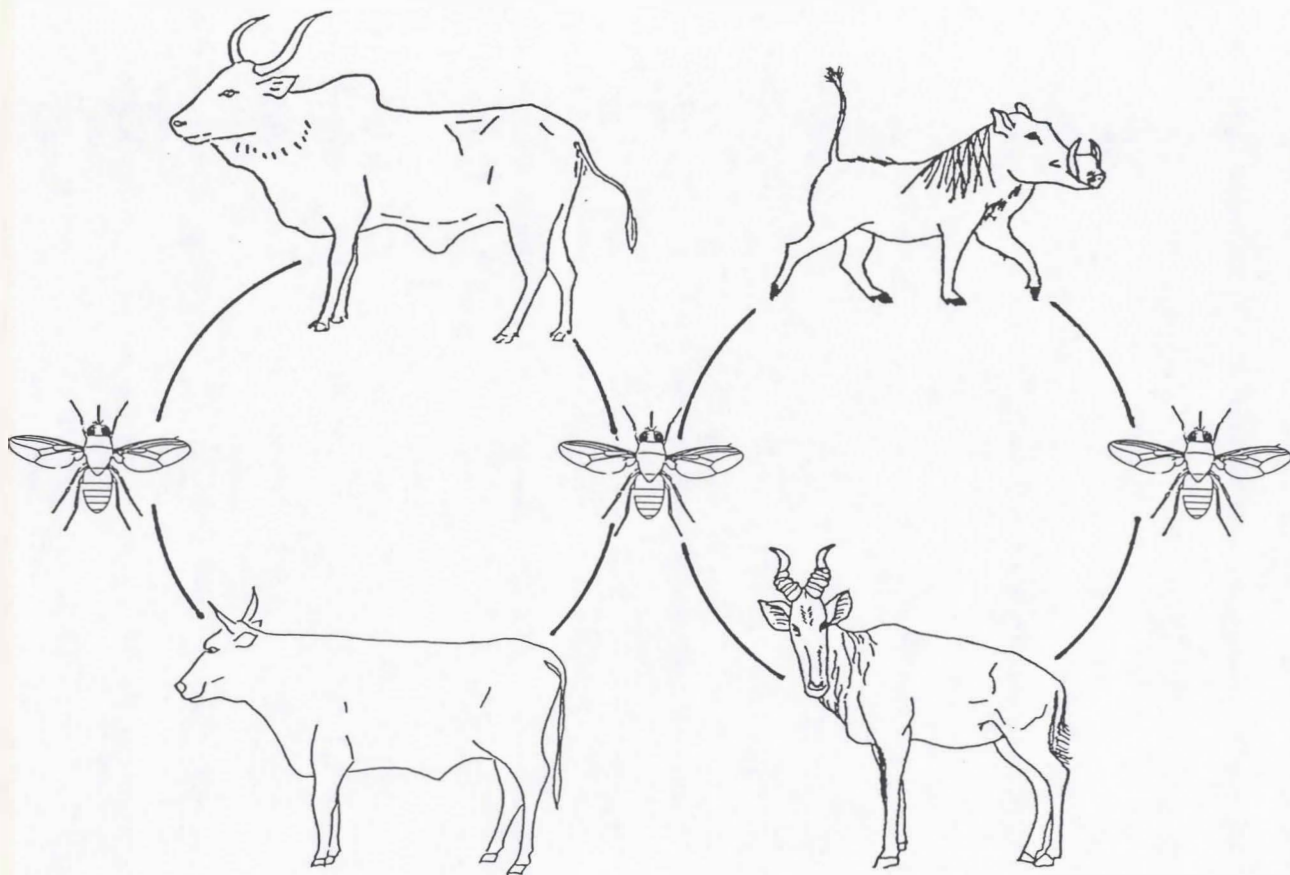
(selon Vickerman, 1985)

| | Stades | Morphologie | Multiplication | Mitochondriome | G.V.S. | Situation |
|--------|---|----------------|----------------|-------------------|--------|-----------|
| 1 ↓ | Epi-mastigote | court trapu | intense | bien développé | 0 | Fixé |
| 2 ↓ | Trypomastigote Pré- Métacyclique | plus allongé | réduite | bien développé | 0 | Fixé |
| 3 ↓ | Trypomastigote Métacyclique naissant | court | 0 | en réduction | + | Fixé |
| 4 ↓ | Trypomastigote Métacyclique infectant | court | 0 | petit | + | libre |

Caractéristiques morphologiques des Trypanosomes

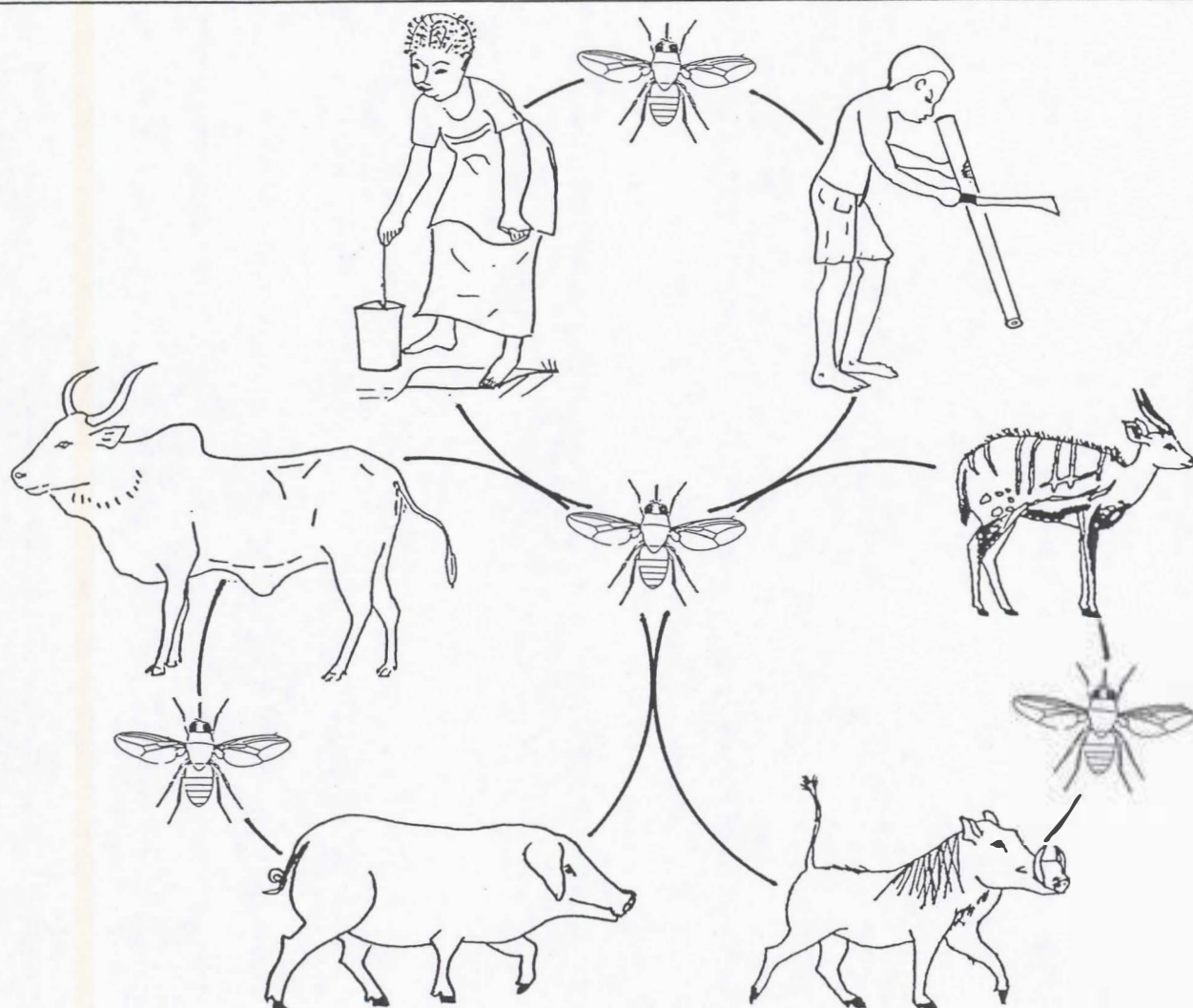
| Espèces | Site de développement dans la glossine | Flagellum libre | kinétoplaste | Membrane ondulante | Dimension | Dimension et mobilité dans le frottis frais et D.G. |
|------------|--|--|------------------------------|--------------------|---------------|---|
| Vivax | Proboscis | Présent | Grand, terminal | Pas saillante | 20-26 microns | Grand, extrêmement actif - traverse rapidement le champ entier, s'arrête par moments |
| Brucei | Intestin moyen Glandes salivaires | Présents Partout sauf les formes tronquées | Petit, sub-terminal central | Saillante | 12-35 microns | Polymorphe, fusiforme, formes intermédiaires et ramassées, grand, mouvements rapides dans zones limitées. |
| Congolense | Intestin moyen Proboscis | Absent | Moyen, sub-terminal marginal | Pas saillant | 8-18 microns | Petit, activité lente, adhère aux globules rouge par la partie antérieure |

(Source : Productivité animale et trypanotolérance
Manuel de formation pour les activités du réseau
M. Murray et al., 1983)



CYCLE DE *T. VIVAX*, *T. CONGOLENSIS*, *T. B. BRUCEI*

D. CUISANCE



CYCLE DE *T. b. rhodesiense* et CYCLE PRESUME DE *T. b. gambiense*

D. CUISANCE

**ROLE DES LECTINES DANS L'INSTALLATION
DE L'INFECTION TRYPANOSOMIENNE DANS
L'INTESTIN DES GLOSSINES**

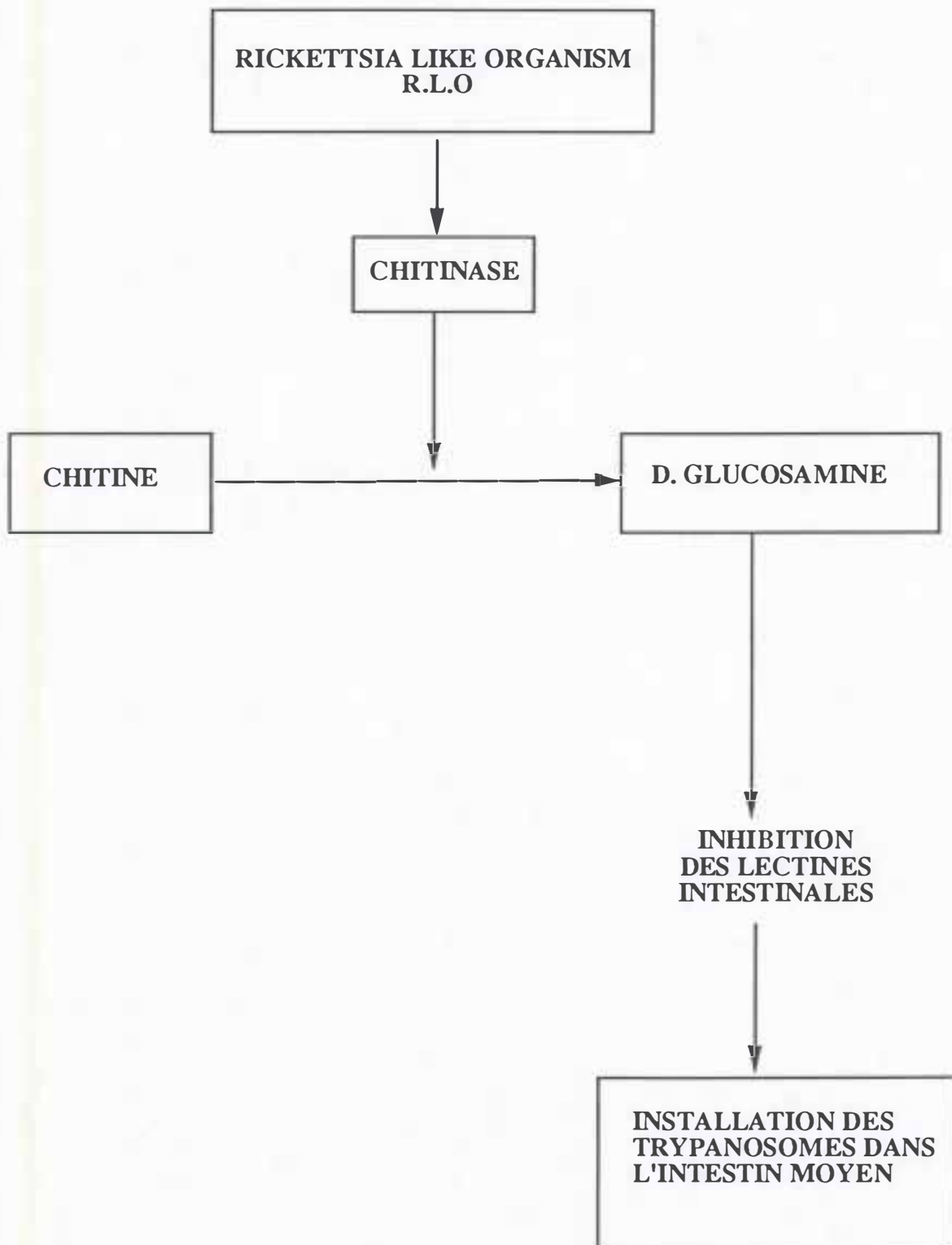
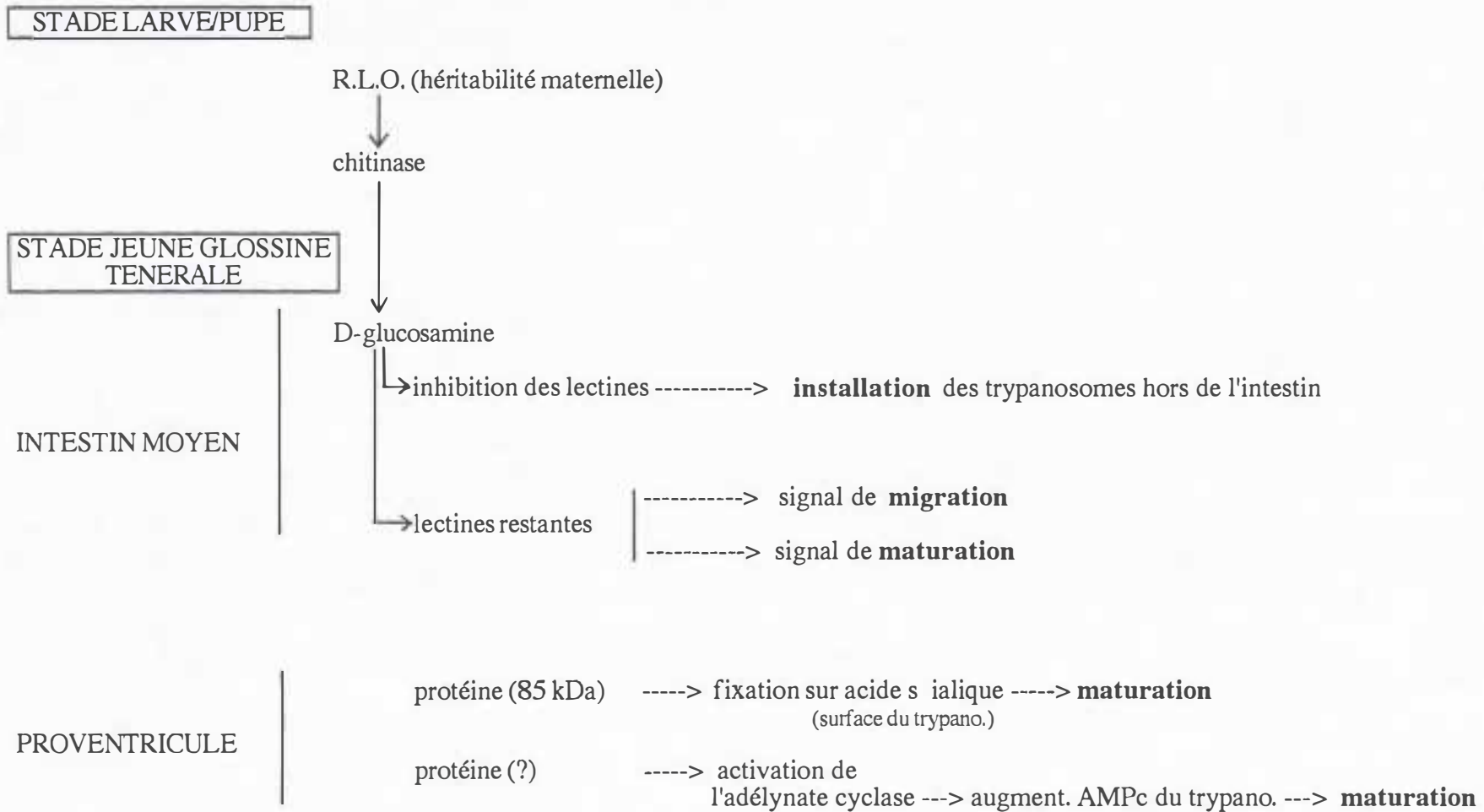
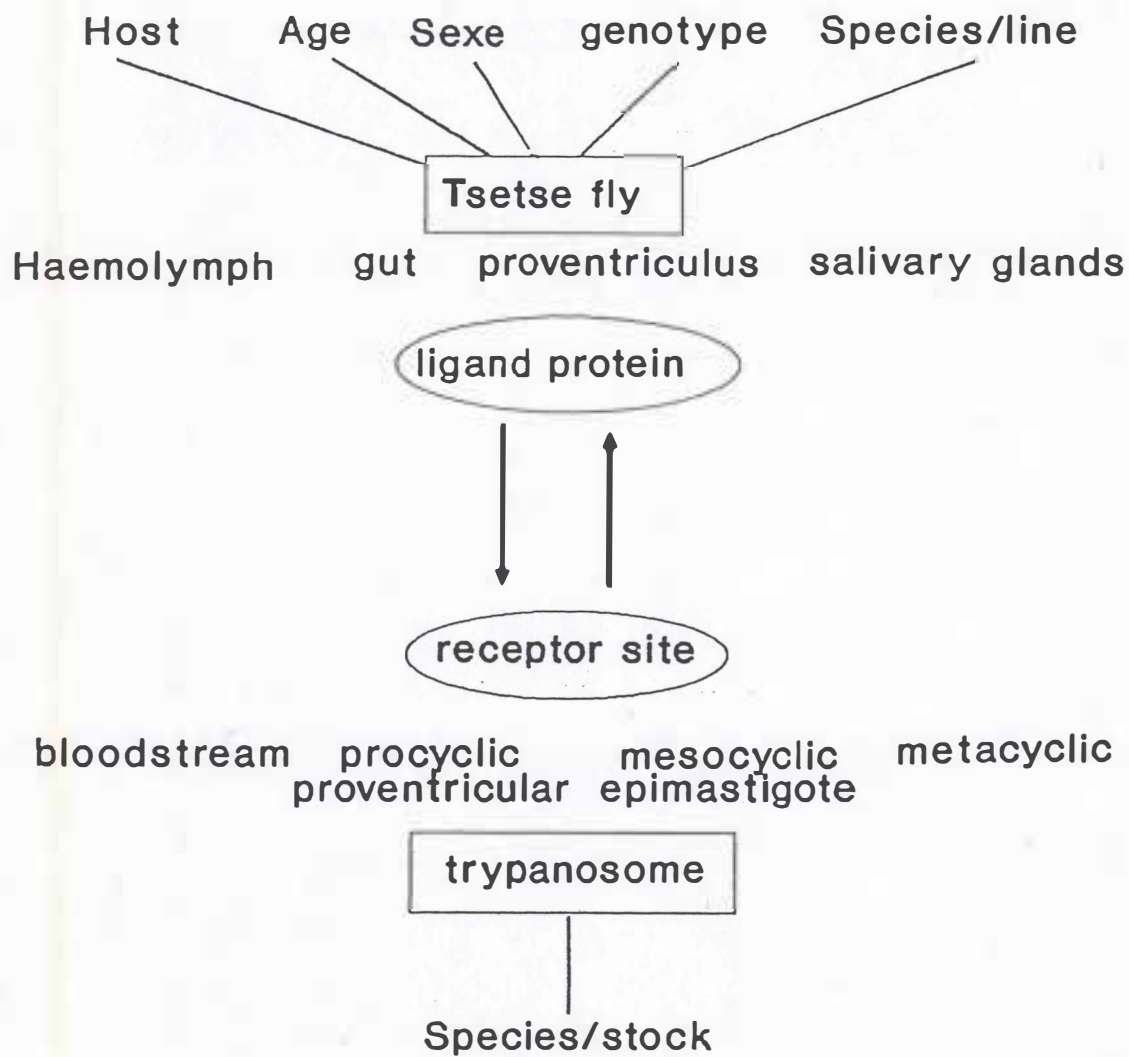


Schéma du rôle de facteurs connus ou suspectés dans l'évolution cyclique des trypanosomes passant par le tube digestif.
(d'après les données de Maudlin et al; Van Den Abbeele et al., 1994)





[From Welburn S. and Mandlin i.]
1993

Capacité vectorielle des différentes espèces de glossines pour les principaux trypanosomes.

| | | TRYPANOSOME | | | | |
|-------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | T. (D.) vivax | T. (N.) congolense | T. (T.) brucei | | |
| | | | | T. (T.) b. brucei | T. (T.) b. gambiense | T. (T.) b. rhodesiense |
| sous-genre Nemorhina | G. palpalis | ++ | 0 | ++ | +++ | ++ |
| | G. tachinoides | ++ | + | ++ | +++ | |
| | G. pallicera | ++ | | | | |
| | G. fuscipes | ++ | 0 | | | ++ |
| | G. caliginea | ++ | | | | |
| sous-genre Glossina | G.m. morsitans | ++ | ++ | +++ | | +++ |
| | G.m. centralis | ++ | ++ | ++ | | |
| | G.m. submorsitans | ++ | + | ++ | 0 | |
| | G. austeni | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| | G. pallidipes | ++ | ++ | ++ | ++ | +++ |
| | G. longipalpis | ++ | + | | | |
| | G. swynnertoni | ++ | + | | | |
| sous-genre Austenina | G. fusca | ++ | + | | | |

+++ : très bonne vectrice

++ : bonne vectrice

+ : vecteur médiocre

0 : réfractaire

Distribution des trypanosomes *Salivaria* dans la faune africaine
(d'après JORDAN, 1986)

| Host | Common name | <i>T. Vivax</i> <i>Duttonella</i> | <i>T. congolense</i> <i>Nannomonas</i> | <i>T. brucei</i> <i>Trypanozoon</i> |
|---------------------------------|------------------|--------------------------------------|---|--|
| Proboscidae | | | | |
| <i>Loxodonta africana</i> | African elephant | | + | + |
| Perissodactyla | | | | |
| <i>Equus sp.</i> | Zebra | + | + | + |
| <i>E. asinus</i> | Donkey | + | + | + |
| <i>E. caballus</i> | Horse | + | + | + |
| Artiodactyla | | | | |
| <i>Aepyceros melampus</i> | Impala | + | + | + |
| <i>Alcelaphus buselaphus</i> | Hartebeest | + | + | + |
| <i>Bos indicus</i> | Zebu | + | + | + |
| <i>B. taurus</i> | Domestic cattle | + | + | + |
| <i>Camelus dromedarius</i> | Two humped camel | | + | + |
| <i>Capra hircus</i> | Domestic goat | + | + | + |
| <i>Cephalophus spp.</i> | Duiker | + | + | + |
| <i>Connochaetes gnou</i> | Wildebeest | | | + |
| <i>Damaliscus korrigum</i> | Topi | + | + | + |
| <i>Gazella sp.</i> | Gazelle | + | + | |
| <i>Giraffa camelopardalis</i> | Giraffe | + | + | |
| <i>Hippotragus equinus</i> | Roan antelope | + | + | + |
| <i>Kobus spp.</i> | Waterbuck | + | + | + |
| <i>Ourebia ourebi</i> | Oribi | + | + | + |
| <i>Phacochoerus aethiopicus</i> | Warthog | + | + | + |
| <i>Potamochoerus porcus</i> | Bushpig | | + | |
| <i>Redunca spp.</i> | Reedbuck | + | + | + |
| <i>Sus scrofa</i> | Domestic pig | + | + | + |
| <i>Sylvicapra grimmia</i> | Duiker | + | + | + |
| <i>Syncerus caffer</i> | Buffalo | + | + | + |
| <i>Taurotragus oryx</i> | Eland | + | + | + |
| <i>Tragelaphus scriptus</i> | Bushbuck | + | + | + |
| <i>T. strepsiceros</i> | Kudu | + | + | |
| Carnivora | | | | |
| <i>Crocuta crocuta</i> | Spotted hyaena | + | + | + |
| <i>Panthera leo</i> | Lion | + | + | + |
| <i>Canis familiaris</i> | Domestic dog | + | + | + |

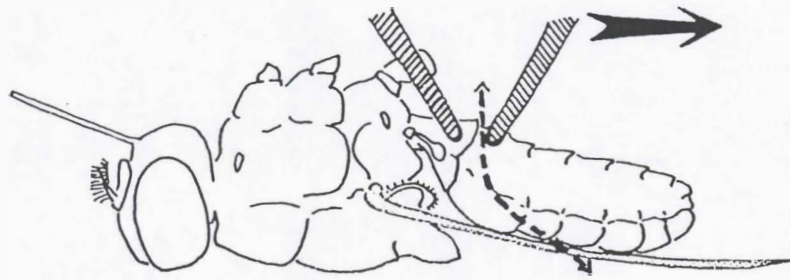
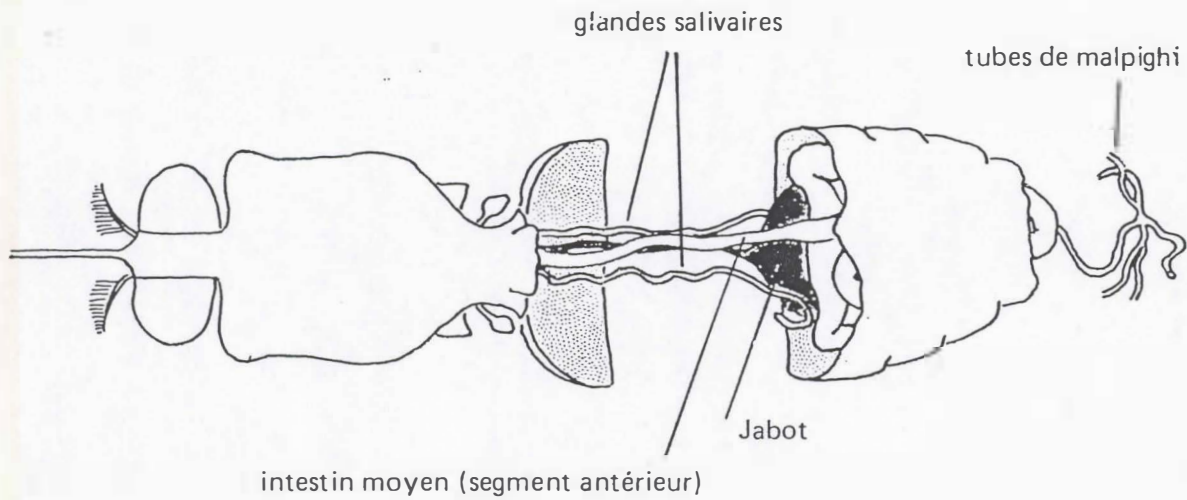
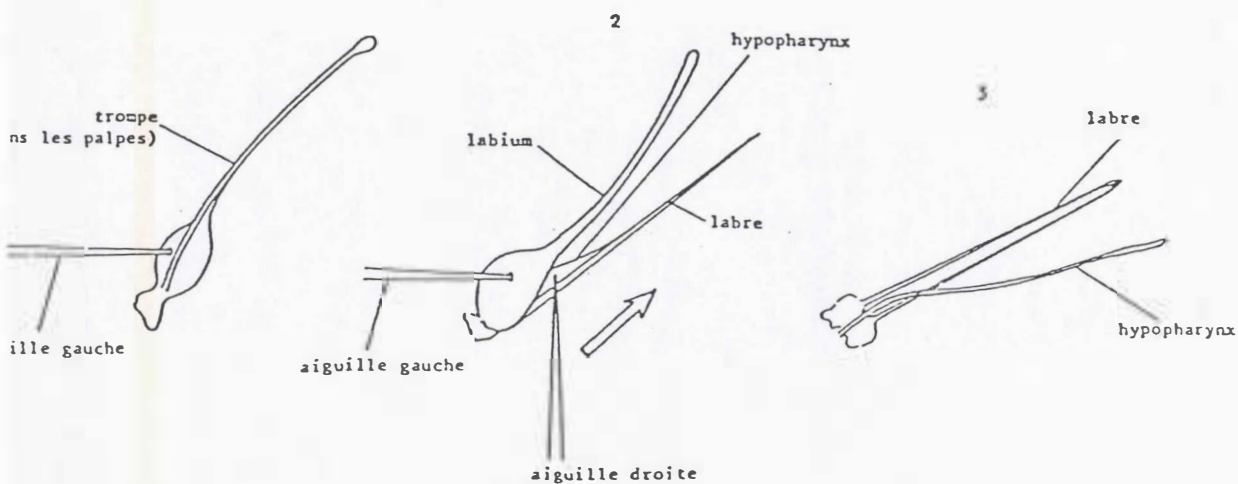


FIG. 1. — Position des pinces et ligne de rupture.



Mise en évidence des glandes salivaires.



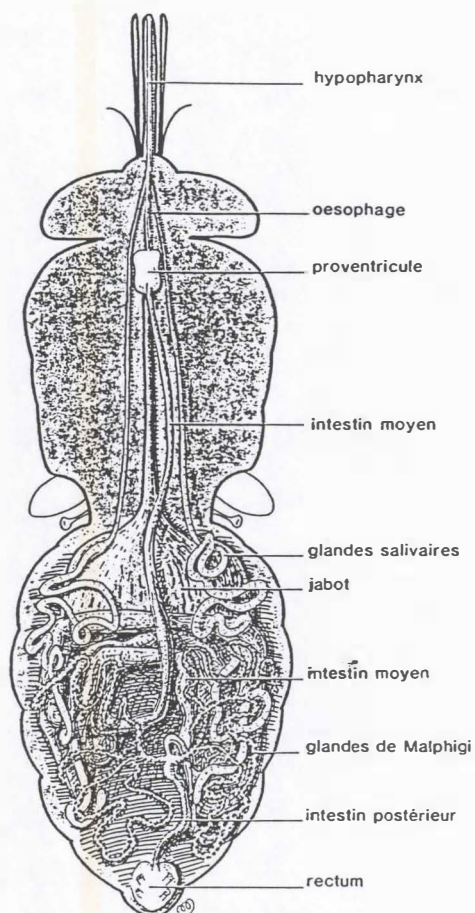


Figure 1 : Vue dorsale du tractus digestif d'une glossine.

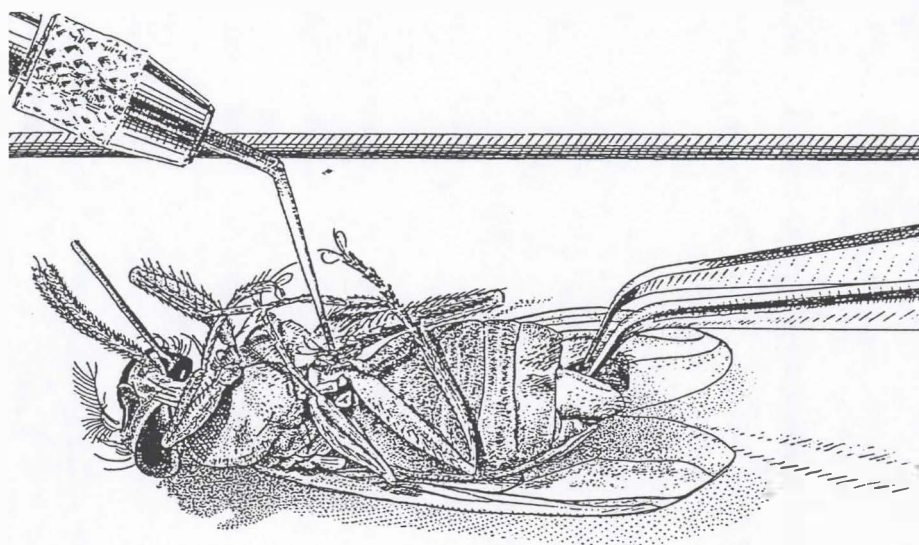


Figure 3 : Extirpation de l'intestin moyen et des glandes salivaires à partir de l'extrémité postérieure.

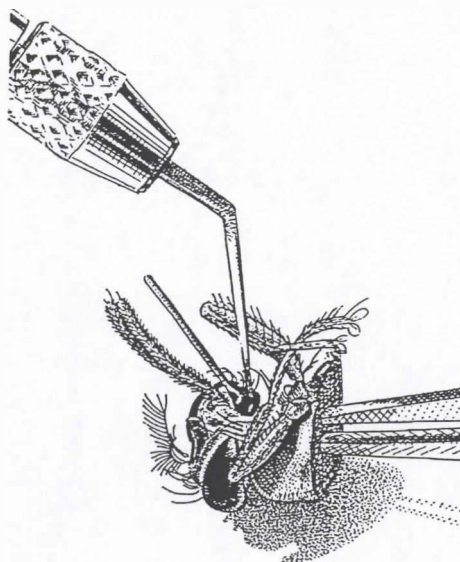
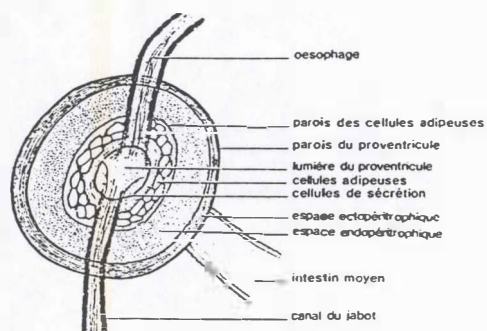


Figure 4 : Position de l'aiguille courbe et de la pincette droite pour extirper le proventricule.

Technique de dissection de l'intestin moyen, des glandes salivaires et du proventricule
d'après Kazadi et al., 1994.

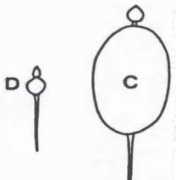
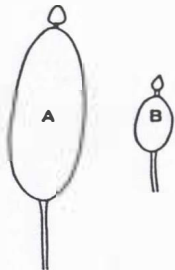
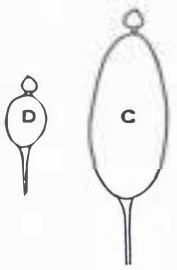
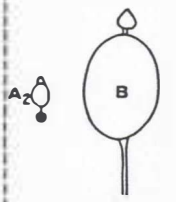
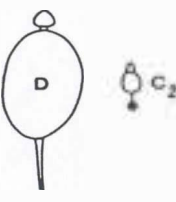
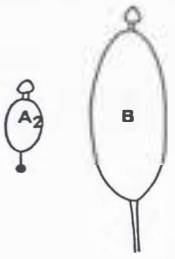
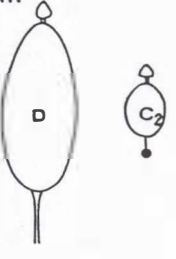
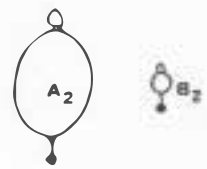
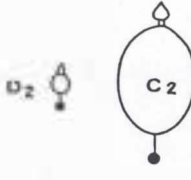
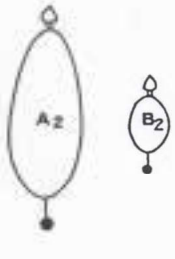
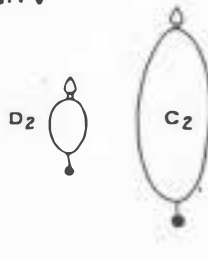
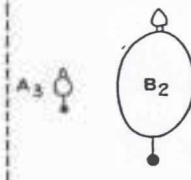
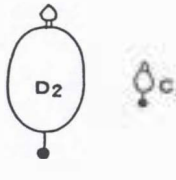
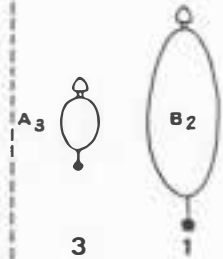
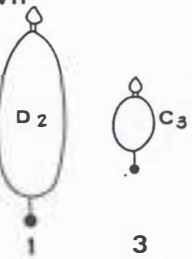
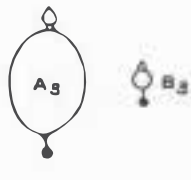
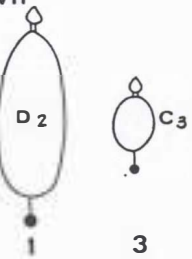
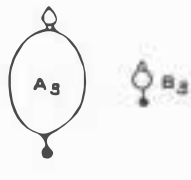
| Ov. G | Ov. D | Ov. G | Ov. D |
|--|---|--|---|
| Gr: 0 | | | |
|  |  |  |  |
| 4 | 2 | 3 | 1 |
| Gr: II | | | |
|  |  |  |  |
| 2 | 4 | 3 | 1 |
| Gr: IV | | | |
|  |  |  |  |
| 4 | 2 | 3 | 1 |
| Gr: VI | | | |
|  |  |  |  |
| 2 | 4 | 3 | 1 |
| Gr: VII | | | |
|  |  | | |
| 1 | 3 | 2 | 4 |

Tableau de diagnose de l'âge chez les femelles de glossines :

Gr. 0 = femelles nullipares

Gr. I à VII = femelles ayant pondu 1,2,3,4,5,6 ou 7 larves.

(A partir du groupe V, la diagnose de l'âge se fait en attribuant à chaque ovariole un numéro d'ordre (1,2,3,4) par taille décroissante et en groupant ces chiffres selon la position, dans l'espace, des ovarioles). (cf. ITARD (6))

Diagnose de l'âge chez les femelles de Glossina tachinoides.

| Groupes | Description des ovarioles | Etat de l'utérus | Age |
|---------|--|---------------------------|-------|
| I | O a Follicule A mesurant moins de 0,600 mm. - Pas de reliquat folliculaire. | Vide | 1-5 |
| | O b Follicule A mesurant de 0,600 à 1,500 mm. - Pas de reliquat folliculaire. | Vide | 5-10 |
| II | I a Ovariole A contient le germarium et un sac ouvert - Pas de reliquat folliculaire. | Contient un oeuf | 10-12 |
| | I b Ovariole A contient le germarium et un reliquat folliculaire; ou le follicule A ₂ amorce sa descente du germarium et présente un reliquat folliculaire. | Contient une petite larve | 12-16 |
| | I c Follicule A ₂ bien détaché du germarium + 1 reliquat folliculaire. | Contient une larve III | 16-18 |
| | I d Follicule C mûr (1,300 à 1,500 mm) - Follicule A ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Vide | 18-20 |
| III | II a Ovariole C contient le germarium et un sac ouvert - Follicule A ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Contient un oeuf | 20-22 |
| | II b Ovariole C contient le germarium et 1 reliquat folliculaire : ou le follicule C ₂ amorce sa descente du germarium et présente 1 reliquat folliculaire-Follicule A ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Contient une petite larve | 22-26 |
| | II c Follicule C ₂ bien détaché du germarium + 1 reliquat folliculaire-Follicule A ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Contient une larve III | 26-28 |
| | II d Follicule B mûr (1,300 à 1,500 mm) - Follicules A ₂ et C ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Vide | 28-30 |
| IV | III a Ovariole B contient le germarium et un sac ouvert-Follicules A ₂ et C ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Contient un oeuf | 30-32 |
| | III b Ovariole B contient le germarium et 1 reliquat folliculaire : ou le follicule B ₂ amorce sa descente du germarium et présente 1 reliquat folliculaire-Follicules A ₂ et C ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Contient une petite larve | 32-35 |
| | III c Follicule B ₂ bien détaché du germarium + 1 reliquat folliculaire-Follicules A ₂ et C ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Contient une larve III | 36-39 |
| | III d Follicule D mûr (1,300 à 1,500 mm) - Follicules A ₂ , C ₂ et B ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Vide | 38-40 |
| V | IV a Ovariole D contient le germarium et un sac ouvert - Follicules A ₂ , C ₂ et B ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient un oeuf | 40-42 |
| | IV b Ovariole D contient le germarium et 1 reliquat folliculaire; ou le follicule D ₂ amorce sa descente du germarium et présente 1 reliquat folliculaire-Follicules A ₂ , C ₂ et B ₂ avec 1 rel. folliculaire | Contient une petite larve | 42-46 |
| | IV c Follicule D ₂ bien détaché du germarium + 1 reliquat folliculaire-Follicules A ₂ , C ₂ et B ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient une larve III | 46-48 |
| | IV d Follicule A ₂ mûr (1,300 à 1,500 mm) - Follicules C ₂ , B ₂ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Vide | 48-50 |
| VI | V a Ovariole A contient le germarium et un sac ouvert - Follicules C ₂ , B ₂ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient un oeuf | 50-52 |
| | V b Ovariole A Contient le germarium et 1 reliquat folliculaire ou le follicule A ₃ amorce sa descente du germarium et présente 1 reliquat folliculaire - Follicules C ₂ , B ₂ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient une petite larve | 52-56 |
| | V c Follicule A ₃ bien détaché du germarium + 1 reliquat folliculaire-Follicules C ₂ , B ₂ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient une larve III | 56-58 |
| | V d Follicule C ₂ mûr (1,300 à 1,500 mm) - Follicules A ₃ , B ₂ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Vide | 58-60 |
| VII | VI a Ovariole C contient le germarium et un sac ouvert - Follicules A ₃ , B ₂ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient un oeuf | 60-62 |
| | VI b Ovariole C contient le germarium et 1 reliquat folliculaire ou le follicule C ₃ amorce sa descente du germarium et présente 1 reliquat folliculaire - Follicules A ₃ , B ₂ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire. | Contient une petite larve | 62-66 |
| | VI c Follicule C ₃ bien détaché du germarium + 1 reliquat folliculaire-Follicules A ₃ , B ₂ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient une larve III | 66-68 |
| | VI d Follicule B ₂ mûr (1,300 à 1,500mm) - Follicules A ₃ , C ₃ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Vide | 68-70 |
| VIII | VII a Ovariole B contient le germarium et un sac ouvert - Follicules A ₃ , C ₃ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient un oeuf | 70-72 |
| | VII b Ovariole B contient le germarium et 1 reliquat folliculaire, ou le follicule B ₃ amorce sa descente du germarium et présente 1 reliquat folliculaire-Follicules A ₃ , C ₃ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient une petite larve | 72-76 |
| | VII c Follicule B ₃ bien détaché du germarium + 1 reliquat folliculaire-Follicules A ₃ , C ₃ et D ₂ avec 1 reliquat folliculaire | Contient une larve III | 76-78 |
| | VII d* Follicule D ₂ mûr (1,300 à 1,500 mm) Follicules A ₃ , C ₃ et B ₃ avec 1 reliquat folliculaire | Vide | 78-80 |

*Ne peut être différencié de IIId.

par J. ITARD

Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1966, 19, 3 (331-350).

Clé de détermination des espèces de glossines selon Poincaré (1932)
(in Laveissière C., O.H.S./W.H.O./V.B.C. 88-958)

1. Cuillerons alaires avec frange soyeuse longue et bouclée ; grandes soies sous le point d'attache de l'aile (Fig. 5); face inférieure du bulbe brun pâle, plus sombre vers l'extrémité; chez le mâle, cerques se terminant par de longues griffes sans membrane connective A ... Sous-genre *Austenina* = groupe Fusca
 Cuillerons alaires sans frange soyeuse longue ; pas de soies sous le point d'attache de l'aile ; face inférieure du bulbe brun foncé; chez le mâle, cerques ne se terminant pas en griffe 2
2. Tous les articles des tarsi des pattes postérieures sont noirs ou d'un brun très foncé (N.B. : *G. austeni* possède ce caractère bien que faisant partie du sous-genre *Glossina* - voir ci-dessous -, elle pourra être classée facilement par les genitalia des mâles et des femelles) B ... Sous-genre *Nemorhina* = groupe Palpalis
 Seulement les deux derniers articles des tarsi postérieurs sont noirs, sauf chez l'espèce *G. austeni* chez qui tous les segments sont foncés (mais dans ce cas, les cerques du mâle sont caractéristiques) C ... Sous-genre *Glossina* = groupe Morsitans

1. Région 1 : La côte orientale de l'Afrique

Cinq espèces appartenant au sous-genre *Glossina* (*G. morsitans*, *G. austeni*, *G. pallidipes*, *G. swynnertoni*) et au sous-genre *Austenina* (*G. longipennis*, *G. brevipalpis*).

Sous-genre *Austenina*

- A.1 Espèce rose pâle ou brun jaune; face dorsale du thorax présentant quatre taches sombres disposées en rectangle; apex du bulbe (face inférieure) plus foncé que la base; ailes sans tache sombre sur la nervure transverse antérieure *G. longipennis*

Teinte générale brun foncé; thorax sans taches sombres; face inférieure du bulbe uniformément pâle; pas de tache sombre sur la nervure transverse antérieure de l'aile *G. brevipalpis*

Sous-genre *Glossina*

- C.1 Mouches de petite taille (7,5 à 8,5 mm); face dorsale brun rougeâtre sans bandes abdominales marquées; teinte sombre des tarsi postérieurs non limitée aux deux derniers articles; cerques du mâle sans dents fortement chitinisées à l'apex *G. austeni*
 Mouches de grande taille (8 à 11 mm); face dorsale brune avec ou sans bandes abdominales bien marquées; seulement les deux derniers articles des tarsi postérieurs sombres C.2
- C.2 Tous les tarsi des pattes antérieures de teinte brun pâle; frange antennaire longue (égale au tiers de la largeur de l'antenne); la longueur du 3^e segment de l'antenne est égale à 5 fois sa largeur; chez le mâle, pas de saillie (languettes) entre les cerques ; chez la femelle, les soies scutellaires médianes sont longues *G. pallidipes*
 Avant-dernier article des tarsi antérieurs noir; frange antennaire très courte; longueur du 3^e segment de l'antenne moins de 4 fois sa largeur; chez le mâle, pas de saillie entre les cerques; chez la femelle, les soies scutellaires médianes sont courtes C.3
- C.3 Sur le 3^e segment abdominal, la bordure interne de la bande sombre forme un angle presque droit rendant très distincte la ligne pâle médiane *G. swynnertoni*
 Cette bordure est courbe et moins bien marquée, ne faisant pas très nettement ressortir la bande médiane *G. morsitans*



2. Région 2 : Soudan, Ethiopie, Somalie

Huit espèces de glossines appartenant au sous-genre *Glossina* (*G. morsitans*, *G. pallidipes*, *G. austeni*), au sous-genre *Nemorhina* (*G. fuscipes*, *G. tachinoides*) et au sous-genre *Austenina* (*G. longipennis*, *G. fuscipalpis* et *G. brevipalpis*).

Sous-genre *Austenina*

- A.1 Espèce rose pâle ou brun jaune; face dorsale du thorax portant quatre taches sombres disposées en rectangle; apex du bulbe (face inférieure) plus foncé que la base *G. longipennis*
 Teinte différente; thorax sans taches sombres disposées en rectangle; face inférieure du bulbe uniformément brun pâle A.2
- A.2 Aile portant une marque sombre au niveau de la nervure transverse antérieure *G. brevipalpis*
 Aile sans cette marque sombre *G. fuscipalpis*

Sous-genre *Nemorhina*

- B.1 Face dorsale brun-rougeâtre, sans bandes abdominales nettement marquées; extrémité des cerques du mâle sans dents très fortement chitinisées *G. austeni*
 Face dorsale d'une autre couleur avec ou sans bandes abdominales bien marquées; cerques du mâle se terminant en griffes reliées par une membrane B.2
- B.2 Espèce mesurant entre 8 et 11 mm, sombre, avec des tergites abdominaux portant une étroite bordure claire; les forcipules inférieures (gonopodes) du mâle ont un "cou" long et mince avec une petite "tête" *G. fuscipes*
 Espèce mesurant entre 6,5 et 9 mm, claire, avec des tergites abdominaux portant une bordure claire large détachant bien les taches noires du fond jaune; les forcipules inférieures du mâle ont un "cou" large et une grosse "tête" *G. tachinoides*

Sous-genre *Glossina* : même clé qu'en région 1

3. Région 3 : Ouganda, Kenya, Tanzanie

Dix espèces appartenant au sous-genre *Glossina* (*G. morsitans*, *G. swynnertoni*, *G. pallidipes*, *G. austeni*), au sous-genre *Nemorhina* (*G. fuscipes*) et au sous-genre *Austenina* (*G. longipennis*, *G. brevipalpis*, *G. fusca*, *G. fuscipennis*, *G. nigrofusca*).

Sous-genre *Austenina*

- A.1 Espèce rose pâle ou brun jaune; face dorsale du thorax portant quatre taches sombres disposées en rectangle; apex du bulbe (face inférieure) plus foncé que la base *G. longipennis*

Teinte différente; thorax sans taches sombres disposées en rectangle; face inférieure du bulbe uniformément brun pâle A.2

- A.2 Aile portant une marque sombre au niveau de la nervure transverse antérieure *G. brevipalpis*

Aile sans cette marque sombre les trois espèces *G. fuscipennis*, *G. fusca*, *G. nigrofusca* ne pourront être distinguées que par un spécialiste.

Sous-genre *Nemorhina* (y compris *G. austeni*) : même clé qu'en région 2 sans *G. tachinoides*

Sous-genre *Glossina* : même clé qu'en région 1

4. Région 4 : Sud et sud-est de l'Afrique

Cinq espèces appartenant au sous-genre *Glossina* (*G. morsitans*, *G. pallidipes*, *G. austeni*), au sous-genre *Nemorhina* (*G. fuscipes*) et au sous-genre *Glossina* (*G. pallidipes*, *G. morsitans*).

Sous-genre *Austenina*

Une seule espèce *G. brevipalpis*

Sous-genre *Nemorhina* : même clé qu'en région 2 sauf *G. tachinoides*

Sous-genre *Glossina*

- C.1 Tous les tarses des pattes antérieures de teinte brun pâle; frange antennaire longue (égale au tiers de la largeur de l'antenne); la longueur du 3^e segment de l'antenne est égale à 5 fois sa largeur; chez le mâle, les languettes ne font pas saillie ; chez la femelle, les soies scutellaires médianes sont longues *G. pallidipes*

Avant-dernier article des tarses antérieurs noir; frange antennaire très courte; longueur du 3^e segment de l'antenne moins de 4 fois sa largeur; chez le mâle, les languettes font saillie entre les cerques; chez la femelle, les soies scutellaires médianes sont courtes *G. morsitans*

5. Région 5 : Afrique centrale et occidentale

Dix-neuf espèces appartenant au groupe *Glossina* (*G. morsitans submorsitans*, *G. longipalpis*, *G. pallidipes*), au groupe *Nemorhina* (*G. palpalis*, *G. fuscipes*, *G. tachinoides*, *G. pallicera*, *G. caliginea*) et au groupe *Austenina* (*G. fusca*, *G. nigrofusca*, *G. fuscipennis*, *G. tabaniformis*, *G. nigrofusca*, *G. haningtoni*, *G. schwetzi*, *G. severini*, *G. vanhoofi*, *G. nashi*, *G. medicorum*, *G. brevipalpis*).

Sous-genre *Austenina*

- A.1 Aile portant une marque sombre au niveau de la nervure transverse antérieure *G. brevipalpis*

Aile sans cette marque sombre les autres espèces ne pourront être distinguées que par un spécialiste.

Sous-genre *Nemorhina*

- B.1 Face de l'abdomen très sombre, bandes peu visibles B.2

Tergites abdominaux à bordure postérieure plus pâle, donnant l'apparence d'une structure en bandes B.3

- B.2 Troisième article antérieur pourvu d'une frange soyeuse blanchâtre nettement visible *G. pallicera*

Antenne sans large frange de soies blanchâtres *G. caliginea*

- B.3 Tergites abdominaux avec des bordures minces; chez le mâle, les forcipules inférieurs ont un "cou" long et mince et une petite "tête"

- Afrique occidentale et zone ouest de l'Afrique centrale : *G. palpalis*
- Intérieur de l'Afrique centrale centrée sur le Zaïre : *G. fuscipes*

- B.4 Bordure des tergites claire et large; chez le mâle, les forcipules inférieurs ont un "cou" large et une grosse "tête" *G. tachinoides*

Sous-genre *Glossina*

- C.1 Bordure antennaire bien visible, égale entre le cinquième et le tiers de la largeur de l'antenne; taches des tergites abdominaux aux limites assez diffuses *G. longipalpis*

Bordure antennaire étroite, inférieure ou égale au septième de la largeur de l'antenne; taches des tergites abdominaux aux limites bien marquées *G. morsitans submorsitans*

DIAGNOSTIC DES TRYPANOSOMOSES ANIMALES PRINCIPALES TECHNIQUES

